

Qualidade nutricional de rações comerciais secas para gatos adultos submetidas a acondicionamento semelhante ao praticado em ambiente domiciliar em Rio Branco, Acre – Brasil

Nutritional quality of commercial dry food for adult cats subjected to packaging similar to that practiced in a home environment in Rio Branco, Acre – Brazil

Calidad nutricional de alimentos secos comerciales para gatos adultos sometidos a envases similares a los practicados en el ambiente doméstico en Rio Branco, Acre – Brasil

DOI: 10.55905/oelv22n7-076

Receipt of originals: 05/04/2024

Acceptance for publication: 05/24/2024

Maryane Lopes de Aguiar

Mestranda em Ciência Inovação e Tecnologia para Amazônia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco, Acre, Brasil

E-mail: maryane.aguiar@ufac.br

André Luiz de Sousa Lobato

Mestre em Ciência Inovação e Tecnologia para Amazônia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco, Acre, Brasil

E-mail: andre.lobato@ufac.br

Janaira Almeida dos Santos

Mestranda em Ciência Inovação e Tecnologia para Amazônia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco, Acre, Brasil

E-mail: janairaalmeida1996@gmail.com

Viviane Pereira Chaves

Doutoranda em Produção Vegetal

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco, Acre, Brasil

E-mail: viviane.chaves@sou.ufac.br



José Aparecido Almeida Filho

Doutor em Ciência Animal

Instituição: Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF)

Endereço: Rio Branco, Acre, Brasil

E-mail: junioralmeida_okk@hotmail.com

Josimar Batista Ferreira

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco, Acre, Brasil

E-mail: josimarferreira@gmail.com

Bruna Laurindo Rosa

Doutora em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco, Acre, Brasil

E-mail: bruna.rosa@ufac.br

Fábio Augusto Gomes

Doutor em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal do Acre

Endereço: Rio Branco, Acre, Brasil

E-mail: fabio.gomes@ufac.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar 3 rações da linha super premium e 3 da linha econômica comercializadas na cidade de Rio Branco – Acre, quanto aos parâmetros de atividade de água, energia bruta, aminoácidos e ácidos graxos e compará-las às recomendações nutricionais da AAFCO e FEDIAF. Foram adquiridas seis embalagens de 01 quilo de ração, identificadas como E1, E2, E3, SP1, SP2 e SP3, realizou-se abertura diária, simulando as reais condições cotidianas do consumidor. As análises laboratoriais repetiram-se em intervalos de 45 dias até 180 dias pós abertura, sendo 5 coletas de 2 repetições cada. Os resultados indicaram no primeiro dia de análise, que tanto rações de linha econômica como rações super premium, apresentaram deficiências e excessos nutricionais. Todavia, durante o período analisado verificou-se que as rações da linha econômica apresentaram maiores perdas bromatológicas, devido a elevação nos teores de atividade de água, diminuição no teor de aminoácidos, redução do conteúdo energético e perda de nutrientes, não atendendo assim as exigências alimentares consideradas com base nos critérios de essencialidade dos nutrientes para gatos adultos em manutenção. As rações super premium tiveram menores perdas bromatológicas na sua composição. Entretanto, para uma ingestão energética de 75 kcal/kg^{0,67}, os valores obtidos foram insatisfatórios e não atenderam aos padrões quanto ao conteúdo de aminoácidos e ácidos graxos. Para uma ingestão energética de 100 kcal/kg^{0,67} os resultados obtidos foram considerados adequados. Apesar do crescente progresso na indústria de alimentos para

animais de estimação, verificou-se inadequações quanto ao perfil de nutrientes, exigindo assim maior supervisão do setor produtivo.

Palavras-chave: Aminoácidos, Atividade de Água, Energia Bruta, Nutrientes.

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate 3 super premium line and 3 economic line feeds sold in the city of Rio Branco – Acre, regarding the parameters of water activity, gross energy, amino acids and fatty acids and compare them to the nutritional recommendations of AAFCO and FEDIAF. Six 1-kilo packs of food were purchased, identified as E1, E2, E3, SP1, SP2 and SP3, and opened daily, simulating the real everyday conditions of the consumer. Laboratory analyzes were repeated at intervals of 45 days until 180 days after opening, with 5 collections of 2 repetitions each. The results indicated on the first day of analysis that both economic line feeds and super premium feeds presented nutritional deficiencies and excesses. However, during the analyzed period it was found that the economic line feeds presented greater bromatological losses, due to the increase in water activity levels, decrease in amino acid content, reduction in energy content and loss of nutrients, thus not meeting the requirements food considered based on the essentiality criteria of nutrients for adult cats under maintenance. Super premium feeds had lower chemical losses in their composition. However, for an energy intake of 75 kcal/kg 0.67, the values obtained were unsatisfactory and did not meet the standards regarding the content of amino acids and fatty acids. For an energy intake of 100 kcal/kg 0.67, the results obtained were considered adequate. Despite increasing progress in the pet food industry, inadequacies regarding the nutrient profile were found, thus requiring greater supervision of the production sector.

Keywords: Amino acids, Water Activity, Gross Energy, Nutrients.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar 3 alimentos de línea súper premium y 3 de línea económica vendidos en la ciudad de Rio Branco – Acre, en cuanto a los parámetros de actividad hídrica, energía bruta, aminoácidos y ácidos grasos y compararlos con las recomendaciones nutricionales de AAFCO y FEDIAF. Se adquirieron seis paquetes de alimentos de 1 kilo, identificados como E1, E2, E3, SP1, SP2 y SP3, y se abrieron diariamente, simulando las condiciones reales del día a día del consumidor. Los análisis de laboratorio se repitieron en intervalos de 45 días hasta 180 días después de la apertura, con 5 recolecciones de 2 repeticiones cada una. Los resultados indicaron el primer día de análisis que tanto los piensos de la línea económica como los súper premium presentaron deficiencias y excesos nutricionales. Sin embargo, durante el período analizado se encontró que los piensos de la línea económica presentaron mayores pérdidas bromatológicas, debido al aumento de los niveles de actividad acuosa, disminución del contenido de aminoácidos, reducción del contenido energético y pérdida de nutrientes, no cumpliendo así con los requerimientos alimentarios considerados. basado en los criterios de esencialidad de nutrientes para gatos adultos en mantenimiento. Los piensos súper premium tuvieron menores pérdidas químicas en su composición. Sin embargo, para un

aporte energético de 75 kcal/kg 0,67, los valores obtenidos fueron insatisfactorios y no cumplieron con los estándares en cuanto al contenido de aminoácidos y ácidos grasos. Para un aporte energético de 100 kcal/kg 0,67 los resultados obtenidos se consideraron adecuados. A pesar de los crecientes avances en la industria de alimentos para mascotas, se encontraron deficiencias en cuanto al perfil de nutrientes, lo que requirió una mayor supervisión del sector productivo.

Palabras clave: Aminoácidos, Actividad del Agua, Energía Bruta, Nutrientes.

1 INTRODUÇÃO

O gato doméstico, conhecido cientificamente como *Felis catus*, é o segundo animal de estimação mais comum nos lares ao redor do mundo, e essa popularidade tem crescido constantemente nos últimos anos (Pioli; Kowalski, 2022). De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET), foram contabilizados no país 167,6 milhões de animais de estimação, sendo 67,8 milhões de cães e 33,6 milhões de gatos no Brasil. Apesar dos cães ainda representarem a maioria entre os animais de estimação, a população felina teve o maior crescimento acumulado, com alta de 6% em 2022 (Abinpet, 2023).

Com o aumento da popularização dos gatos domésticos nos domicílios brasileiros, a comercialização de alimentos para estes animais é cada vez mais frequente em lojas de todo o país (Trindade, 2015). A razão desse aumento, pode está associado às mudanças no estilo de vida das pessoas, no qual os animais se aproximam cada vez do núcleo familiar e ganham importância significativa dentro do seu cotidiano. Como resultado, o perfil dos clientes está mudando e estes seguem se tornando cada vez mais exigentes, fazendo com que a indústria de *Pet Food* seja testada com frequência sobre a qualidade e a segurança dos seus produtos (Ribeiro, 2020).

A ração seca extrusada tornou-se a escolha principal dos tutores para alimentar seus animais, devido a praticidade de acesso e a busca por atendimento das necessidades nutricionais (Silva, 2021). Todavia, o comércio de rações pet, oferece uma ampla gama de produtos, desde alimentos de uso terapêuticos e alto valor nutricional, até aqueles com

custo mais acessível e elaborados a partir da matéria prima de baixa biodisponibilidade (Cappelli *et al.*, 2016).

A garantia da qualidade é um elemento essencial que deve ser abordado na indústria de alimentos para animais de estimação, com o objetivo de assegurar os padrões nutricionais, as características sensoriais e físicas dos produtos, bem como a sua vida de prateleira. O consumidor tem expectativas de que a qualidade será mantida da compra até o consumo total do produto (Silva, 2022). Entretanto, o grande problema reside na exposição do alimento a fatores externos, como por exemplo, o ambiente, tornando-o propenso a diminuição de sua qualidade (Mendes *et al.*, 2014).

De acordo com Lima (2013), alimentos expostos ao meio ambiente têm o potencial de sofrer oxidação, levando a mudanças em seu sabor e odor. Além disso, há risco de perda de nutrientes, suscetibilidade a microrganismos patogênicos e, em alguns casos, o alimento pode se tornar impróprio para consumo. Sendo assim, objetivou-se avaliar 3 rações da linha super premium e 3 da linha econômica comercializadas na cidade de Rio Branco – Acre, quanto aos parâmetros de atividade de água, energia bruta, aminoácidos e ácidos graxos e compará-las às recomendações nutricionais da *Association of American Feed Control Officials (AAFCO)* e a *European Pet Food Industry Federation (FEDIAF)*. Visando assim, trazer informações importantes sobre a qualidade destes produtos, uma vez que, muitos destes não fornecem em seus rótulos informações sobre o perfil e a disponibilidade metabólica nutricional que predominam em determinadas rações e se a forma de armazenamento simulando o ambiente domiciliar interfere nesta quantificação.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado em ambiente domiciliar no município de Rio Branco – AC, capital do estado do Acre, situado na região da Amazônia Ocidental, Norte do Brasil. No período de 29 de março de 2023 a 29 de setembro de 2023, com duração de 180 dias, o local encontra-se nas coordenadas de latitude - 09° 58' 27'' e longitude - 67° 52' 10'', e na altitude aproximada de 153 m. Foram adquiridas seis embalagens de 1 kg de ração secas extrusadas comercializadas em embalagens originais, sendo três da linha

econômica e três da linha super premium para gatos adultos de marcas comerciais diferentes. As amostras foram adquiridas simulando a compra feita pelo consumidor em diferentes estabelecimentos da cidade, como supermercados, pet shops e lojas agropecuárias, escolhidos de forma aleatória.

As rações permaneceram acondicionadas em suas próprias embalagens, sendo identificados da seguinte forma: E1, E2, E3 e SP1, SP2 e SP3. As embalagens das rações adquiridas foram abertas, homogeneizadas e armazenadas, de modo a simular a manipulação do consumidor, sendo estas abertas e em seguida fechadas diariamente com prendedores de embalagens, de modo a reproduzir as reais condições que ocorrem nas residências pelos tutores de animais.

Foram realizadas 5 pesagens a cada 45 dias, totalizando o período de 180 dias. Sendo feitas coletas de 200 gramas de cada amostra, e posteriormente encaminhadas para laboratório privado credenciado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária para a emissão de laudos técnicos quanto aos parâmetros de atividade de água, energia bruta, perfil de ácidos graxos e perfil de aminoácidos.

Para verificação da atividade de água (A_w), a mensuração dos valores de cada amostra foi realizada utilizando o aparelho AquaLab, que emprega a técnica de determinação do ponto de orvalho para medir a atividade de água de um produto (Aqualab, 2013). Sendo que, utilizou-se 7,5 gramas de cada amostra que foi devidamente colocada no aparelho. A determinação de energia bruta foi feita através da combustão usando bomba calorimétrica adiabática, seguindo a metodologia descrita por Rodrigues (2010).

A Análise do perfil de aminoácidos por cromatografia líquida de alta eficiência e sistema de derivação pós coluna, sendo obtidos pela hidrólise dos peptídeos com ácido clorídrico 6,0 N, a vácuo, à temperatura de 110°C por 22 horas e, em seguida, recuperadas em diluente pH 2,2. Injetou-se uma alíquota de 25 μ L no analisador Dionex (Dx 300) para separação dos aminoácidos em coluna de troca iônica e reação pós-coluna com ninidrina, utilizando como referência a solução padrão de aminoácidos Pierce (Spackman; Stein; Moore, 1958).

Para a determinação da composição de ácidos graxos utilizou-se a metodologia de extração de lipídeos totais descrita por Bligh e Dyer (1959), com esterificação conforme procedimento de Joseph e Ackman (1992). Os lipídios extraídos das amostras de rações foram convertidos em ésteres metil de ácidos graxos e, então, analisadas por um cromatógrafo a gás, modelo Shimadzu, modelo HS-20 integrado. A identificação dos ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção das amostras com um padrão contendo uma mistura de ésteres metílicos de ácidos graxos e o cálculo das áreas dos picos determinadas por normalização de área.

O experimento teve duração de 180 dias, nos quais foram realizadas coletas de dados distribuídas em cinco tempos de armazenamento (0, 45, 90, 135 e 180 dias), 2 repetições por coleta, duas linhas de rações (econômica e super premium), seis marcas diferentes (E1, E2, E3, SP1, SP2, SP3). Após a realização das análises laboratoriais, foram obtidos os valores observados, os quais foram confrontados com os valores presentes nas diretrizes nutricionais da AAFCO (2020) e FEDIAF (2021). Na análise dos dados, foram empregadas técnicas da estatística descritiva (Andrade; Ogliari, 2017; Bussab; Morettin, 2010).

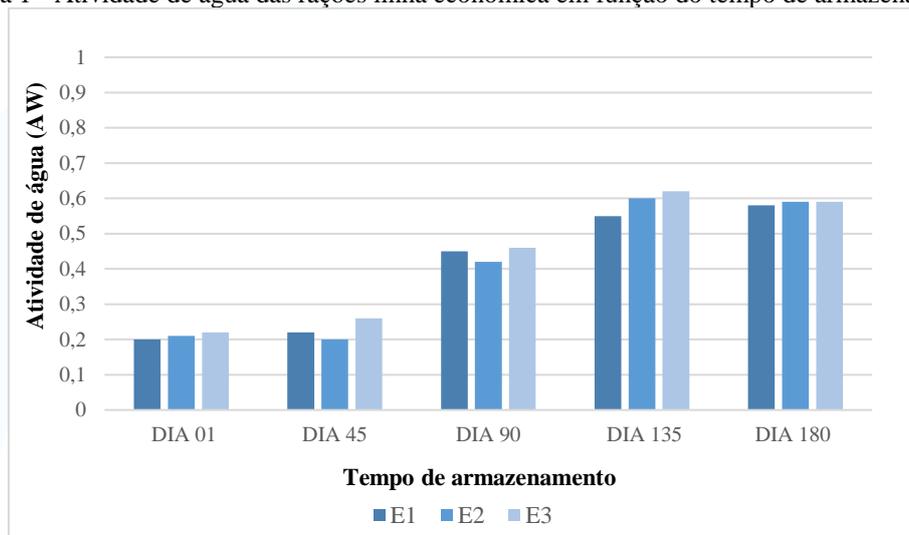
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ATIVIDADE DE ÁGUA – A_w

No presente estudo, os resultados mostraram variação da atividade de água ao longo do tempo de armazenamento em todas as amostras de rações da linha econômica analisadas (Figura 1). A faixa de A_w equivalente a 0,2 – 0,22, indica baixa atividade de água inicial verificada nas amostras E1, E2 e E3 no dia 0. Inferindo-se assim, que a água demonstra uma conexão significativa com o alimento, provavelmente devido a interações íon-dipolo com os grupos iônicos dos constituintes ou por interações dipolo-dipolo com grupos polares, resultando em diferentes níveis de energia das moléculas envolvidas (Dala-Paula *et al.*, 2021). Celestino (2010) relata que em valores $A_w < 0,3$ as velocidades das reações

são próximas de zero (com exceção da oxidação de lipídeos), e, portanto, não ocorre o desenvolvimento de microrganismos.

Figura 1 - Atividade de água das rações linha econômica em função do tempo de armazenamento.



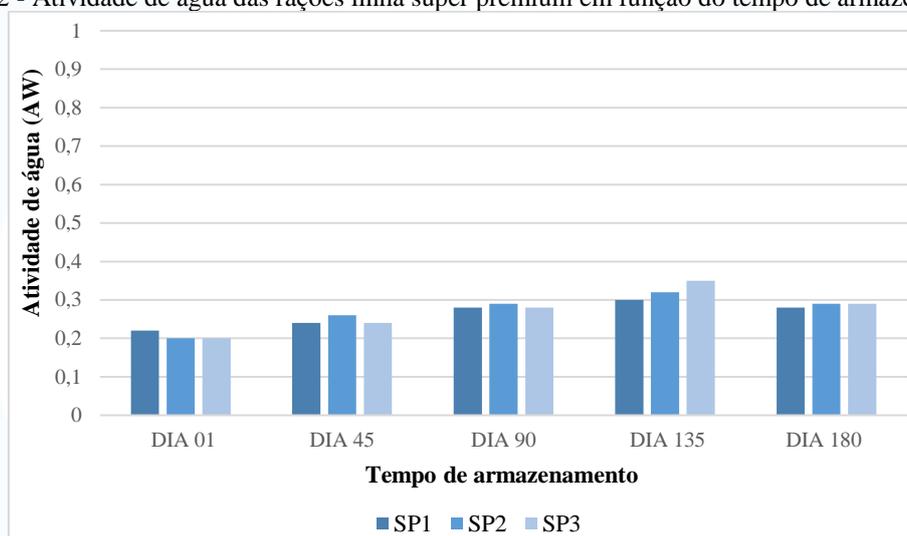
Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Observa-se ainda que, a atividade de água em rações da linha econômica teve aumento acentuado a partir dos 90 dias com valores que variam no intervalo de 0,42 – 0,46. De acordo com Rahman (1995), a deterioração da qualidade dos alimentos começa a se intensificar quando a atividade de água excede 0,3 para a maioria das reações químicas e a maioria dos alimentos secos. Sendo que, um aumento de apenas 0,1 na atividade de água pode reduzir a vida útil dos alimentos entre duas a três vezes.

Nota-se que, a maior elevação de Aw ocorreu aos 135 dias para as amostras E2 e E3, sendo que, a amostra E1 só obteve o maior aumento aos 180 dias. Entretanto, conforme Batistel (2015), quando a atividade de água está abaixo de 0,6 os microrganismos não conseguem realizar seu efetivo desenvolvimento, porém, podem sobreviver e se reproduzir quando a atividade de água aumentar. Ademais, quando Aw fica entre 0,4 e 0,8 poderá ocorrer reações químicas e enzimáticas rápidas no alimento (Celestino, 2010). No último período analisado, houve um decréscimo de atividade de água nas amostras de rações E2 e E3, o que pode estar relacionado as circunstâncias de variação do próprio ambiente domiciliar atrelada a própria abertura diária das embalagens de rações.

Os resultados das amostras de ração da linha super premium avaliadas encontram-se na figura 2. Pode-se notar que houve aumento da atividade de água durante o tempo de armazenamento, sendo que, a faixa de Aw variou de 0,2 – 0,35, entre as diferentes amostras analisadas, porém, não significativo, isto é, não ocorreram mudanças que comprometessem a qualidade dos produtos analisados. Isto indica baixa atividade de água estando essa fortemente ligada ao alimento.

Figura 2 - Atividade de água das rações linha super premium em função do tempo de armazenamento.



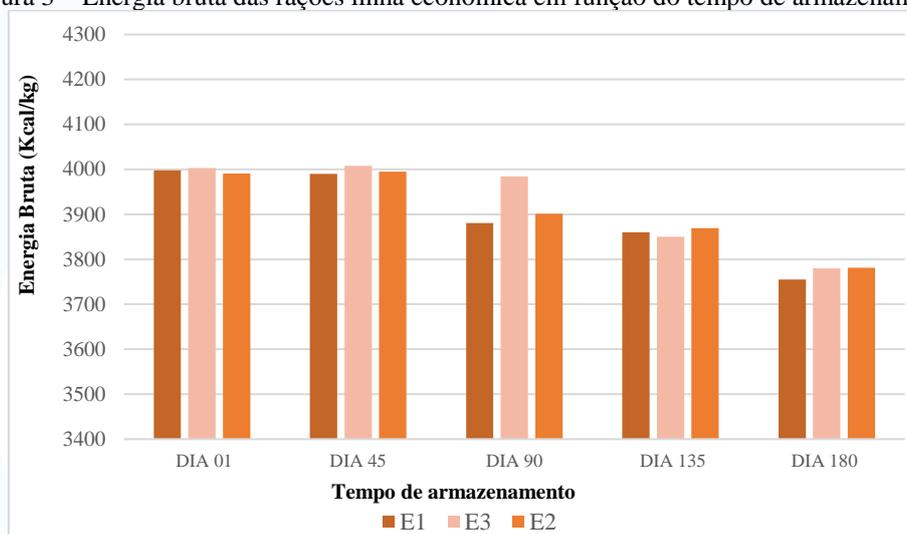
Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Constata-se assim que, nas amostras de rações super premium houve elevação de Aw, porém, de forma menos intensa quando comparado as rações de linha econômica. Com relação as amostras de rações da linha econômica houve aumento constante em relação a Aw, com pequeno decréscimo ao final do experimento. Entretanto, nenhuma das amostras ultrapassou o limite de 0,65 de atividade de água, estabelecido pela FEDIAF (2014), demonstrando assim boa estabilidade dos alimentos. De maneira semelhante, em estudo realizado por Silva (2018) em alimentos secos extrusados para cães e gatos, também foram obtidos valores abaixo do recomendado.

3.2 ENERGIA BRUTA

Verificando os resultados encontrados para a análise de energia bruta, destaca-se que as perdas foram mais significativas em rações da linha econômica aos 90 dias, apresentando níveis decrescentes em todos os tratamentos analisados (Figura 3).

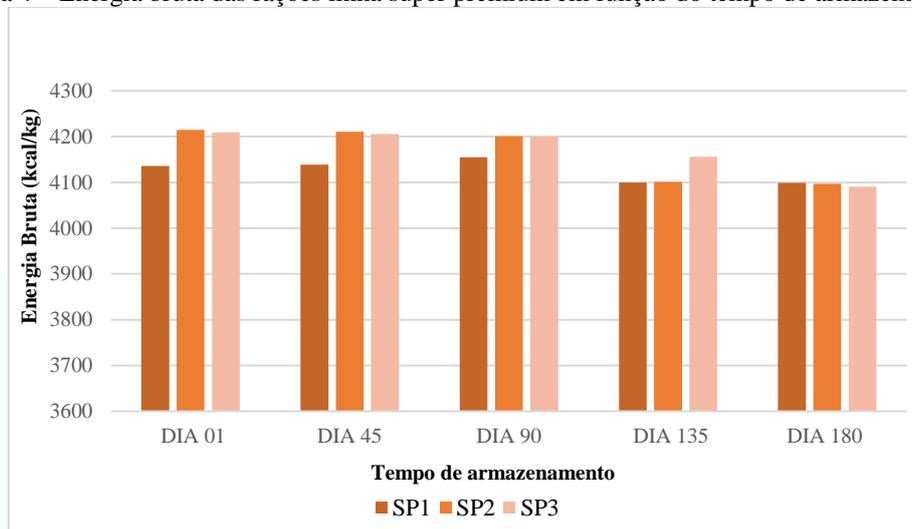
Figura 3 – Energia bruta das rações linha econômica em função do tempo de armazenamento.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

A concentração de energia bruta nas amostras de rações da linha super premium também apresentaram variações (Figura 4). A oscilação mostrada no valor de energia bruta dos nutrientes destes alimentos é considerada baixa, dessa forma, a quantidade que seria consumida e a eficiência de utilização dessa energia disponível pelo animal poderia ter eficácia maior.

Figura 4 – Energia bruta das rações linha super premium em função do tempo de armazenamento.



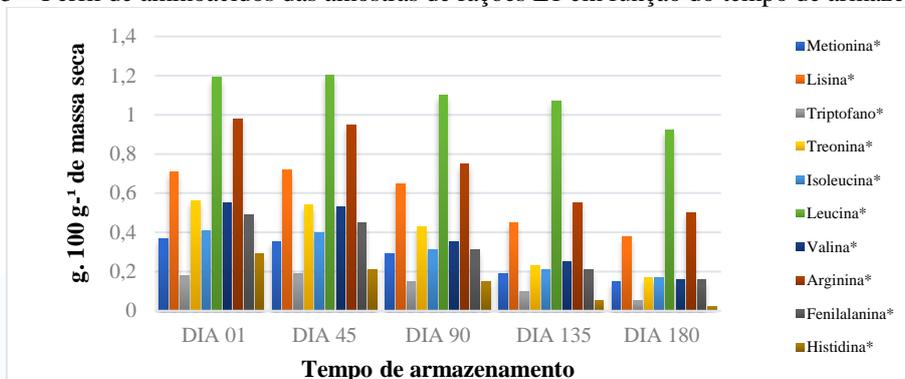
Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

De forma geral, a partir da avaliação dos dados apresentados pode-se observar que os teores de energia bruta presente tanto nas rações de linha econômica como da linha super premium sofreram alterações ao longo do tempo de armazenamento. Isto, pode estar relacionado as características de cada produto, isto é, a formulação dos nutrientes da ração que podem influenciar na extensão com que a energia do alimento se comporta conforme a variação do tempo. Corrobora esse entendimento a concepção de Medeiros e Albertini (2015) que afirmam que a quantidade de energia bruta em um alimento está relacionada com a composição química, ou seja, é dependente das proporções dos nutrientes encontrado nos mesmos.

3.3 PERFIL DE AMINOÁCIDOS

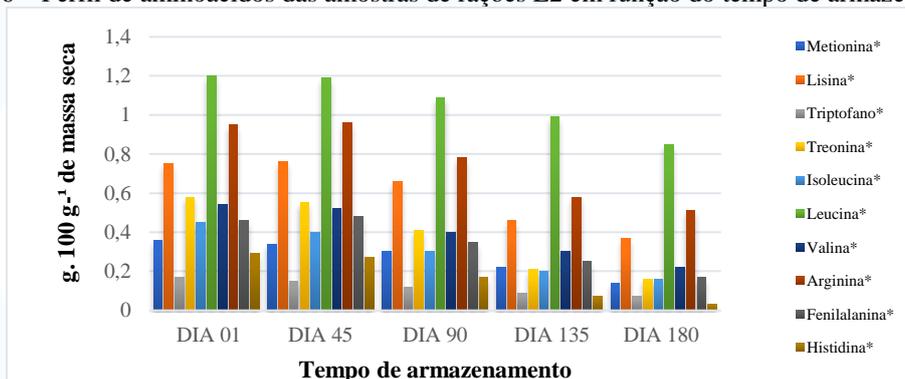
O balanço de aminoácidos essenciais das rações da linha econômica é analisado de forma sequencial e apresentado nas figuras a seguir:

Figura 5 – Perfil de aminoácidos das amostras de rações E1 em função do tempo de armazenamento.



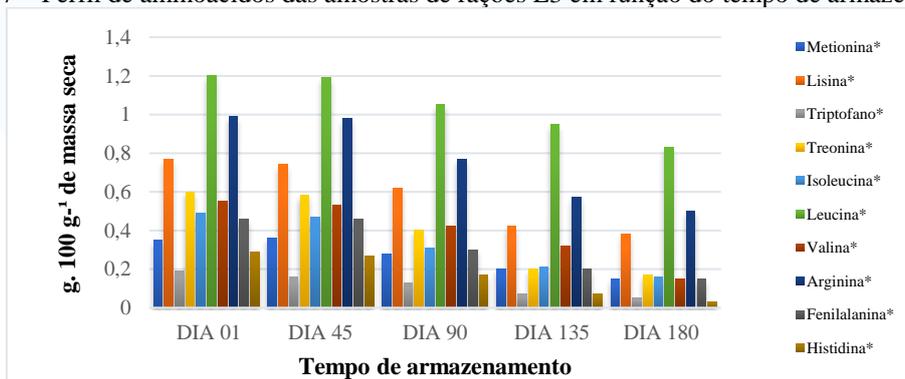
Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 6 – Perfil de aminoácidos das amostras de rações E2 em função do tempo de armazenamento.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 7 – Perfil de aminoácidos das amostras de rações E3 em função do tempo de armazenamento.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Em comparação com as recomendações da AAFCO (2020), o perfil de aminoácidos essenciais revelou deficiência nos teores mínimos de sete aminoácidos, sendo estes, arginina, isoleucina, histidina, leucina, lisina, valina e treonina, para as rações

da linha econômica E1, E2 e E3 no dia 01. Portanto, esses são considerados aminoácidos limitantes para as rações desta linha. Finco, Grieser e Marcato (2021) afirmam que aminoácidos limitantes são aqueles que se encontram na dieta em concentrações inferiores em relação à sua exigência. Entretanto, fenilalanina, metionina e triptofano atenderam as recomendações de aminoácidos.

No tempo de armazenamento de 45 dias, os aminoácidos fenilalanina, metionina e triptofano permaneceram com valores dentro ou acima do mínimo estabelecido, porém na amostra de ração E2 houve decréscimo de triptofano ficando assim abaixo do permitido. Após 90 dias de armazenamento as rações da linha econômica, continuaram apresentando alterações em suas concentrações de aminoácidos, sendo que, apenas metionina permaneceu com concentração em quantidades adequadas em E1, E2 e E3. Após 135 dias, apenas a metionina da amostra E1 teve sua concentração abaixo do valor tido como referência, sendo que, E2 e E3 permaneceram dentro dos limites recomendados. Em 180 dias, nenhuma das amostras dos produtos para felinos atendia as exigências nutricionais de aminoácidos estabelecidas pela AAFCO (2020).

Ao analisar no dia 01, as rações da linha econômica com as recomendações da FEDIAF para gatos alimentados com uma ingestão energética inferior de 75 kcal/kg^{0,67}, as amostras continham arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, valina e treonina insuficientes em E1, E2 e E3. Metionina, lisina e triptofano encontravam-se com valores dentro dos limites estabelecidos.

No decorrer do tempo de armazenamento de 45 dias, as amostras E2 e E3 apresentaram quantidades de triptofano abaixo das recomendadas. Em 90 dias, todas amostras seguiram com seu perfil de aminoácidos diminuindo, sendo que, a ração E1 neste período apresentou insuficiência de triptofano. Os aminoácidos encontrados em valores adequados foram metionina e lisina em todas as amostras.

Em 135 dias de armazenamento, houve diminuição de metionina em E1, E2 e E3 e de lisina em E3, ficando estas deficientes nas rações da linha econômica. No período de 180 dias, nenhuma das amostras de rações atendia ao estabelecido para recomendações para gatos adultos de baixa necessidade energética.

Em comparação com as recomendações da FEDIAF (2021) para gatos alimentados com uma ingestão energética mais elevada de 100 kcal/kg^{0,67}, o perfil de aminoácidos essenciais revelou deficiência nos teores mínimos de arginina para as rações da linha econômica E1, E2 e E3 no dia 01. É relevante destacar ainda que, a amostra de ração E1, também apresentou valores de isoleucina abaixo do recomendado. Entretanto, os teores de metionina, lisina, triptofano, treonina, leucina, valina, fenilalanina e histidina apresentaram-se em concentrações superiores àquelas determinadas.

Nota-se que no período do armazenamento, entre 01 e 45 dias, os nutrientes analisados permaneceram apresentando redução em seus valores, porém, isoleucina teve concentração inferior aos limites determinados em E2, assim como histidina em E1. Após 90 dias de armazenamento as rações da linha econômica, continuaram com a tendência de diminuição de suas concentrações de aminoácidos, sendo que houve um decréscimo significativo de seis aminoácidos (treonina, isoleucina, valina, arginina, fenilalanina e histidina). Triptofano teve valores inadequados apenas em E2. Metionina, lisina e leucina mantiveram suas concentrações acima dos valores tidos como referência.

Após 135 dias observou-se que metionina e lisina nas amostras E1, E2 e E3, continuavam atendendo aos parâmetros exigidos. Leucina teve suas concentrações alteradas nas amostras E2 e E3, apenas a ração E1 atendeu as exigências estimadas. Todas as outras amostras apresentaram-se deficientes quanto ao perfil de aminoácidos com acentuada diminuição. Aos 180 dias, o perfil de aminoácidos revelou deficiência nos teores de metionina, triptofano, treonina, isoleucina, leucina, valina, arginina e fenilalanina em todas as amostras da linha econômica. Entretanto, os teores de lisina atendem a tais requerimentos.

A arginina, apesar de ser classificada como dieteticamente dispensável em certas espécies, desempenha um papel crucial nos felinos, sendo considerada um aminoácido essencial para eles (Hora; Hagiwara, 2010). Couto e Real (2019), relatam que felinos apresentam uma sensibilidade alta a deficiência deste aminoácido na dieta. MacDonald, Rogers e Morris (1984) afirmam que, a deficiência de arginina pode interferir no ciclo da uréia e ocasionar complicações como a intoxicação por amônia.

Deficiências de metionina podem causar retardo no crescimento, assim como dermatite crostosa em gatos. Contudo, os felinos têm uma necessidade consideravelmente alta de aminoácidos sulfurados, como a metionina (Kirk; Debraekeleer; Armstrong, 2000). Zoran (2002) relata que a explicação mais aceitável para essa exigência nutricional elevada é que a metionina é um aminoácido glicogênico, sendo catabolizado em piruvato e, em seguida oxidado para fornecer energia.

Além disso, a literatura tem reportado que dietas com quantidades baixas de triptofano reduzem significativamente a ingestão de alimentos (Le Floch; Seve, 2007). Todavia, o triptofano é um aminoácido essencial para gatos, sendo precursor da síntese de niacina e serotonina, além de ser limitante para a síntese de proteínas (Gomes, 2018; Pereira *et al.*, 2008). Este aminoácido e seus derivados estão ligados a vários mecanismos, como o aumento do consumo e a possível redução do estresse, além de várias vias metabólicas, incluindo a via da melatonina e ácido nicotínico (Le Floch; Otten; Merlot, 2010; Le Floch; Seve, 2007; Pastuszewska *et al.*, 2007).

A coloração da pelagem dos animais também pode ser influenciada pelo desequilíbrio dos nutrientes proteicos. Em estudo realizado por Anderson, Rogers e Morris (2002) constataram alterações na coloração da pelagem de gatos pretos que foram alimentados com dietas desbalanceadas em fenilalanina, resultando em uma tonalidade avermelhada, posto que, esse aminoácido é precursor do pigmento melanina. Portanto, a produção desse pigmento é altamente dependente da ingestão dos aminoácidos aromáticos, como a fenilalanina em quantidades adequadas. Além disso, conforme Grandjean e Butterwick (2020) ainda podem ser observados em gatos sintomas como disfunção neurológica, marcha descoordenada e hiperatividade.

Entre os aminoácidos essenciais estão os três de cadeia ramificada: leucina, valina e isoleucina (Rogero; Tirapegui, 2008). Esses são responsáveis por estimularem a síntese proteica e retardar a sua degradação nos músculos. A falta de qualquer um deles, pode causar perda de peso e letargia. Em particular, a deficiência de isoleucina pode resultar em pelagem áspera, lesões nas patas, perda de equilíbrio e descoordenação dos movimentos (Grandjean; Butterwick, 2020).

Outro aminoácido que também tem importância para a nutrição felina é a treonina que é precursora de diversas moléculas metabolicamente ativas, além de ser essencial para a produção de energia. De acordo com Grandjean e Butterwick (2020) a insuficiência de treonina pode causar perda de peso e falta de apetite em gatos, similarmente, a carência de histidina apresenta os mesmos efeitos. Entretanto, deficiências de treonina mesmo sendo considerada leve podem levar a problemas no sistema nervoso, assim como a carência de histidina por um período prolongado de tempo na alimentação pode levar ao desenvolvimento de cataratas.

No decorrer do tempo, foi expressiva a diferença entre os teores dos aminoácidos presentes nas amostras de rações da linha econômica. O mesmo foi verificado em estudo realizado por Lobato (2024), ao analisar rações econômicas para cães em crescimento em Rio Branco – Acre, sendo que, este relacionou a diminuição dos teores de aminoácidos à desnaturação de proteínas que podem ter ocorrido devido as condições do clima amazônico, no qual tem-se a predominância de altas temperaturas assim como alta umidade.

Todavia, neste estudo foi possível verificar uma hierarquia de limitação, isto é, conforme Bertechini (2012), observado quando é possível constatar quando um ou mais aminoácidos são deficientes em uma dieta. Para Lobato (2024, isto pode está relacionado com os ingredientes provenientes de rações que apresentam baixo valor biológico, sendo formuladas com componentes mais baratos como, farinha de subprodutos de frango e vegetais, entre outros.

Andriquetto *et al.* (1984) enfatiza que, é fundamental que os aminoácidos essenciais estejam presentes na ração em quantidades adequadas, uma vez que a falta de um deles prejudica a síntese completa das proteínas, causando a desanimação de outros aminoácidos na proporção da limitação. Essa desanimação provoca um desequilíbrio energético na dieta, pois os radicais terciários formados neste processo serão empregados na síntese de energia.

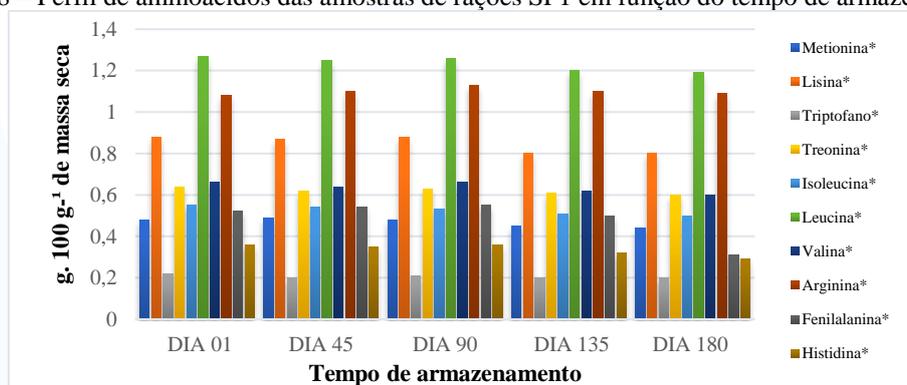
A absorção de aminoácidos pelos animais, assim como os felinos, segue o princípio conhecido como "Lei do Mínimo", proposta por Liebig em 1824 para elucidar a resposta de crescimento das plantas à fertilização mineral (Rodrigues *et al.*, 2017). Isso significa que, até que a demanda pelo primeiro aminoácido limitante seja atendida, a

utilização dos demais fica restrita à quantidade disponível desse aminoácido específico (Cant *et al.*, 2003). Portanto, a deficiência de um ou mais aminoácidos nas rações analisadas não só prejudica a absorção do aminoácido em questão, mas também compromete a utilização dos outros, limitando o potencial e a eficiência alimentar dos gatos adultos.

Com base nesse entendimento, pode-se afirmar que nenhuma amostra de ração da linha econômica atendeu as exigências alimentares consideradas com base nos critérios de essencialidade dos nutrientes. Em estudo realizado por Burdett, Mansilla e Shoveller (2018), o descumprimento das recomendações nutricionais também foi observado em rações para animais de estimação no Canadá.

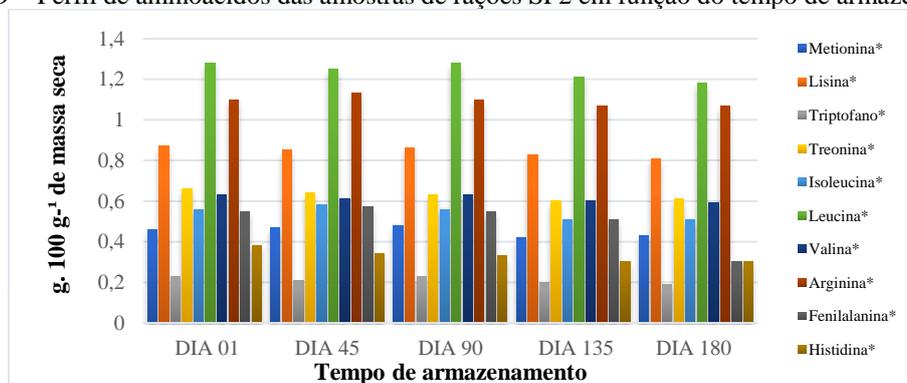
Os resultados das análises de rações extrusadas para gatos adultos da linha super premium estão apresentados nas figuras a seguir.

Figura 8 – Perfil de aminoácidos das amostras de rações SP1 em função do tempo de armazenamento.



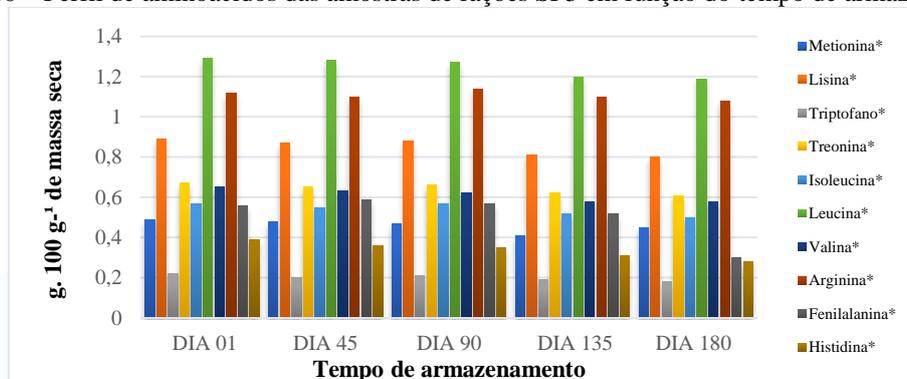
Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 9 – Perfil de aminoácidos das amostras de rações SP2 em função do tempo de armazenamento.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 10 – Perfil de aminoácidos das amostras de rações SP3 em função do tempo de armazenamento.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Baseando-se na recomendação da AAFCO (2020) obteve-se valores insuficientes para o aminoácido treonina em todas as amostras SP1, SP2 e SP3 no dia 01. De acordo com FEDIAF (2021) para gatos com uma ingestão energética de 75 kcal/kg^{0,67} os dados obtidos demonstraram que houve carência de arginina, leucina, treonina e valina nas amostras SP1, SP2 e SP3, assim como insuficiência de isoleucina em SP1 e SP2 e de fenilalanina em SP1. Entretanto, para gatos com uma ingestão energética mais elevada de 100 kcal/kg^{0,67}, no dia 01 obteve-se valores superiores aos recomendados para todos os aminoácidos.

Durante o período de armazenamento de 45 dias, a amostra SP2 apresentou quantidades de valina abaixo das recomendadas, segundo AAFCO (2020). Para uma ingestão energética de 75 kcal/kg^{0,67} houve redução do aminoácido isoleucina em todas as amostras, sendo esses inferiores ao estabelecido. Verificou-se que ocorreram reduções mínimas do perfil de aminoácidos para ingestão energética mais elevada de 100 kcal/kg^{0,67}. Após 90 dias, verificou-se que todas as amostras tiveram uma diminuição no perfil de aminoácidos, todavia a maioria estava dentro do limiar permitido, entretanto, histidina em SP2 apresentou valores abaixo do recomendado para ingestão energética de 75 kcal/kg^{0,67}.

Após 135 dias, observou-se que lisina nas amostras SP1 e SP3 não atendiam aos parâmetros exigidos da AAFCO (2020). As concentrações de arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, treonina e valina em todas as amostras de rações da linha super premium tiveram valores abaixo do recomendado para ingestão energética de 75

kcal/kg^{0,67}. Aos 180 dias, o perfil de aminoácidos revelou deficiência nos teores de lisina, treonina, isoleucina, leucina, valina, fenilalanina e histidina, em todas as amostras da super premium, conforme AAFCO (2020). Para ingestão energética de 75 kcal/kg^{0,67} somente os teores de metionina, lisina, triptofano ainda atendiam os requerimentos. Para ingestão energética mais elevada de 100 kcal/kg^{0,67}, somente fenilalanina teve valor abaixo do recomendado pela FEDIAF (2021).

Com base no entendimento sobre a limitação dos aminoácidos, infere-se que as amostras de ração da super premium, conforme AAFCO (2020) e FEDIAF (2021) para exigências alimentares de 75 kcal/kg^{0,67} não atenderam as recomendações pelos critérios de essencialidade dos nutrientes. Durante a maior parte do tempo de armazenamento analisado para ingestão energética mais elevada de 100 kcal/kg^{0,67}, as amostras de rações da linha super premium demonstraram que estavam dentro ou acima do limiar permitido pela FEDIAF (2021), apresentando valores inferiores ao estabelecido de um único aminoácido em 180 dias de armazenamento. Entretanto, o consumo em excesso ou a carência prolongada podem resultar em desequilíbrios nutricionais e complicações de saúde para o animal (Agar, 2007).

De acordo com Gosper *et al.* (2016), a pesquisa sobre os efeitos adversos do consumo excessivo de aminoácidos essenciais em gatos é limitada. Poucos estudos foram conduzidos em gatos e gatinhos para determinar os níveis seguros de ingestão para cada aminoácido essencial. Contudo, não foram relatadas toxicidades agudas ou crônicas associadas à alimentação com quantidades elevadas de lisina, fenilalanina ou taurina em gatinhos, nem com isoleucina, leucina, treonina, valina ou histidina em gatos adultos (Hargrove *et al.*, 1988; Taylor *et al.*, 1998).

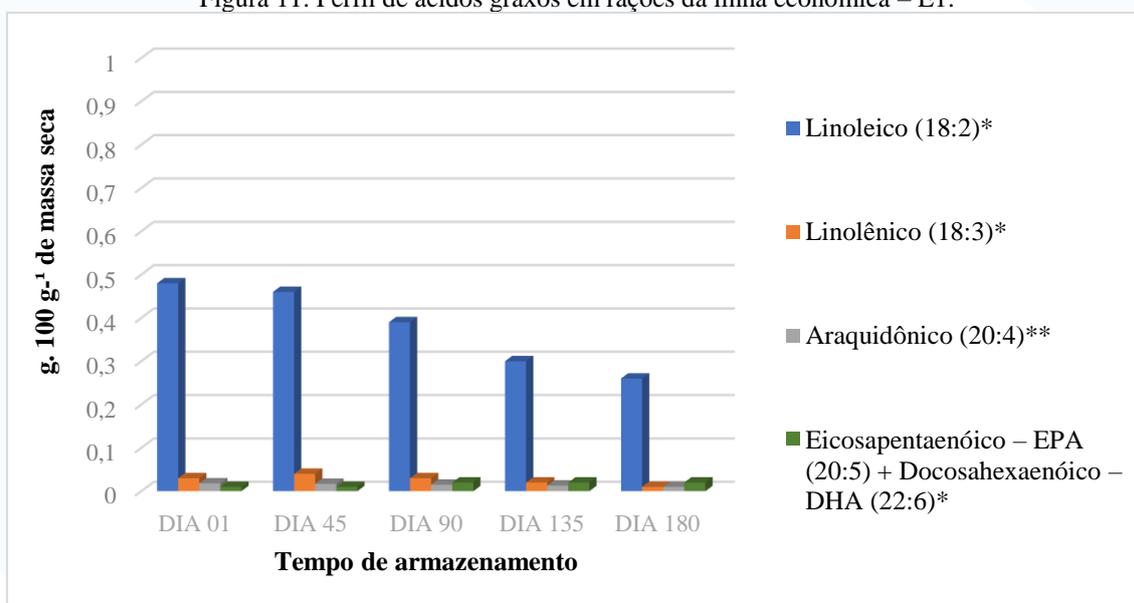
Ao longo do tempo de armazenamento, constatou-se que as concentrações de todos os aminoácidos foram diminuindo, porém em menor proporção quando comparado com a concentração de aminoácidos das amostras de rações da linha econômica, isto pode estar relacionado com a utilização de ingredientes de alta qualidade. De acordo com Prada (2002), rações da linha super premium apresentam, composição dos alimentos de melhor qualidade, alta digestibilidade, além de fonte de proteína de alto valor biológico, o que reflete diretamente na qualidade do produto. Couto e Real (2019) enfatizam que o

fornecimento de proteínas em conjunto com o equilíbrio da composição de aminoácidos é um fator crucial na garantia da nutrição adequada.

3.4 PERFIL DE LIPÍDEOS

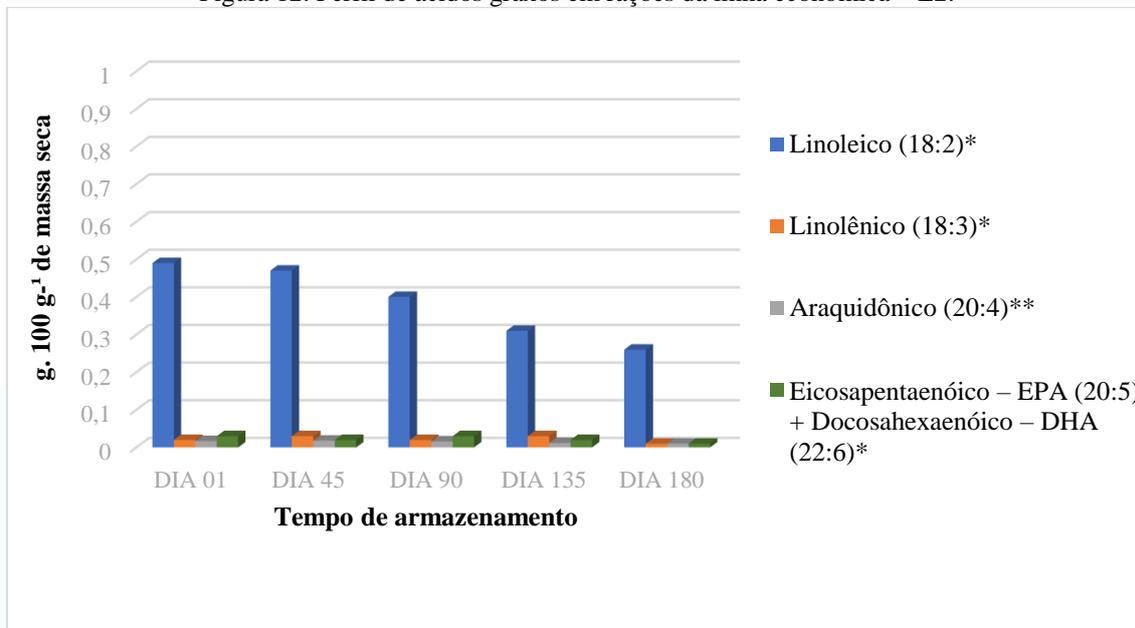
As figuras 11 a 13 apresentam os resultados das análises do perfil de ácidos graxos das rações da linha econômica.

Figura 11. Perfil de ácidos graxos em rações da linha econômica – E1.



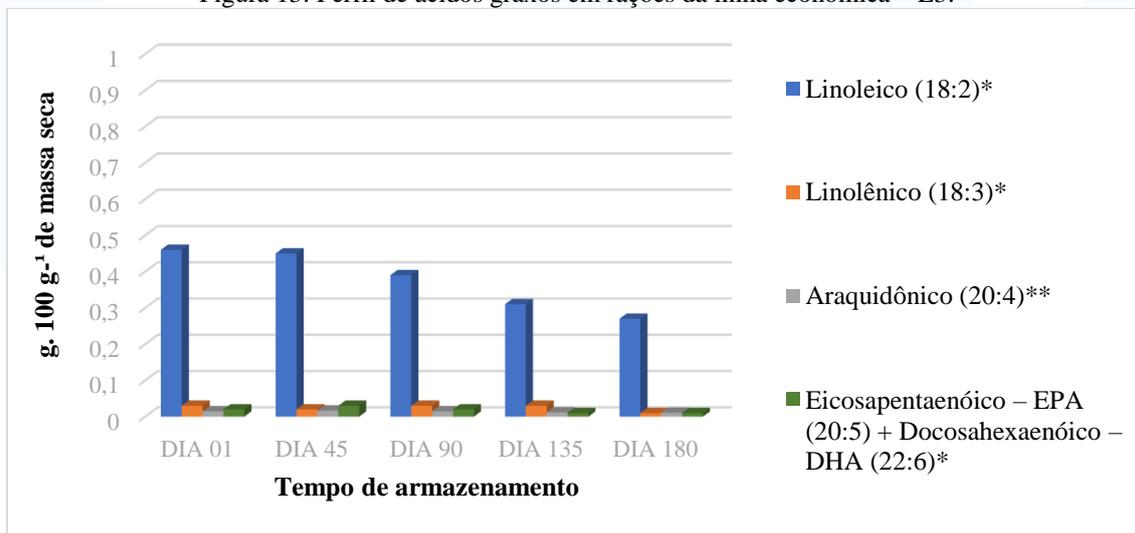
Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 12. Perfil de ácidos graxos em rações da linha econômica – E2.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 13. Perfil de ácidos graxos em rações da linha econômica – E3.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Ao analisar os dados obtidos, é possível verificar uma redução significativa no perfil de ácidos graxos nas rações de linha econômica. Armstrong *et al.* (2010) afirmam que a ingestão de lipídios na dieta é benéfica para o animal, pois fornece energia, ácidos graxos essenciais e facilita a absorção de vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K. De

acordo com Case *et al.* (2011), considera-se as gorduras as formas mais concentradas de energia disponíveis em alimentos para animais de estimação.

No presente estudo, os teores de ácido linoleico nas rações da linha econômica E1, E2 e E3 no dia 01, foram considerados deficientes em comparação com o padrão de referência estabelecido pela AAFCO (2020) e por FEDIAF (2021) para a alimentação de gatos com uma ingestão energética de 75 kcal/kg^{0,67} e de 100 kcal/kg^{0,67}. Além disso, os valores obtidos para este ácido apresentaram decréscimo acentuado, ao longo do tempo de armazenamento. Segundo Trevizan (2009), o ácido linoleico não pode ser produzido pelo organismo do gato doméstico, portanto, deve ser adquirido através da dieta, proveniente de fontes específicas como por exemplo, óleos vegetais como por exemplo, de milho e soja.

A deficiência do ácido mencionado anteriormente, pode está relacionada com a utilização de proteínas com baixo teor de gordura como também a ausência de diversificação de fontes lipídicas, presentes nestes alimentos. Conforme Case *et al.* (2011), o ácido linoleico é fundamental para a manutenção da integridade da pele, auxiliando na hidratação e prevenção contra a perda de água. Todavia, as células da pele se renovam rapidamente, portanto, a mesma é especialmente suscetível a deficiências desse ácido graxo.

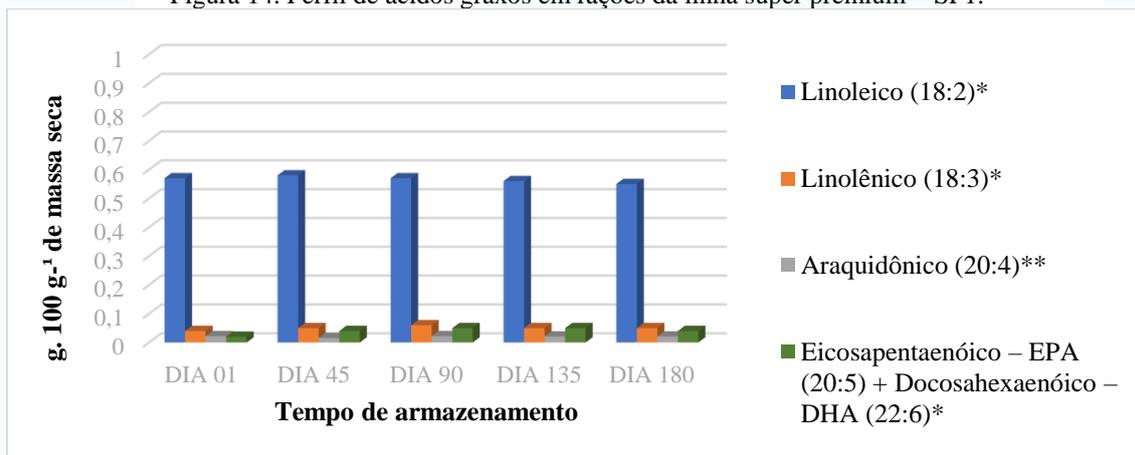
Além disso, Gosper *et al.* (2016) frisam que gatos adultos que ingerem alimentos com deficiência em ácido linoleico estão mais suscetíveis a desenvolver problemas de saúde. Ademais, em estudo realizado por Hansen e Wiese (1951) observaram em cães que, a carência de ácido linoleico tem como consequências a descamação epidérmica, pelagem seca e opaca, além de exsudação interdigital. Case *et al.* (2011), relatam que em gatos essa insuficiência também causa sinais dermatológicos semelhantes.

Importante destacar que, o ácido linoleico é considerado precursor do ácido araquidônico (AA), sendo que, este último tem como principal função no organismo, a biossíntese de eicosanoides (Nelson; Cox, 2014). Entretanto, os felinos *não conseguem* converter ácido linoleico em *ácido araquidônico*, devido à baixa atividade das enzimas hepáticas Δ -6 dessaturase e Δ -5 dessaturase (Case *et al.*, 1988; MacDonald; Rogers; Morris, 1984).

Nas amostras analisadas, conforme dados das figuras 14, 15 e 16, os resultados demonstraram que os teores de ácido araquidônico atenderam aos padrões determinados tanto pela AAFCO (2020) quanto por FEDIAF (2021), sendo que, desde a primeira análise os valores apresentaram-se acima do limite estabelecido, permanecendo assim até o último dia do experimento. Contudo, as rações da linha econômica analisadas, apresentaram variação de 0,0018 a 0,0011 gramas, entre as amostras, demonstrando que houve redução nos teores do ácido araquidônico durante o tempo de armazenamento.

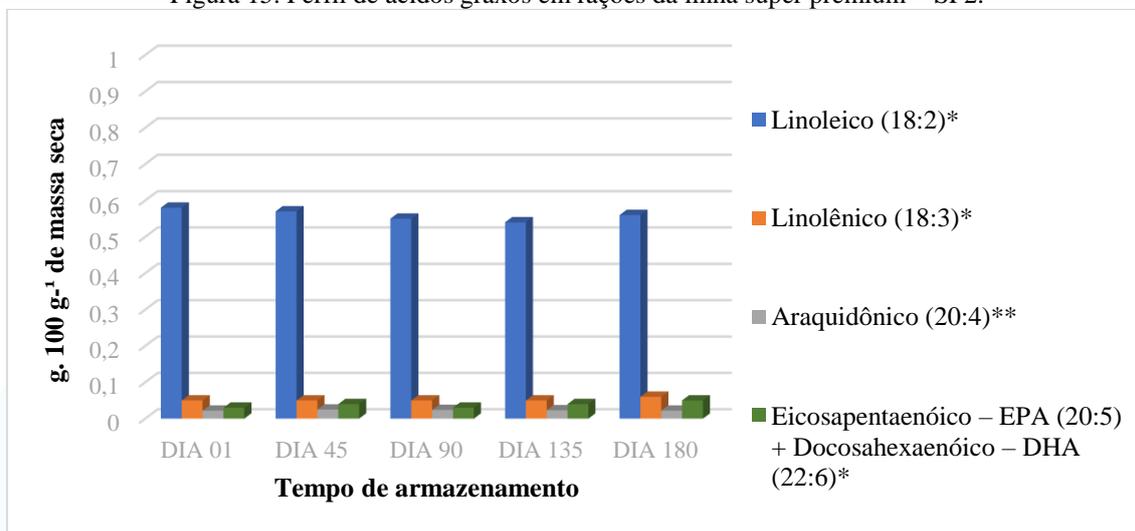
O perfil de ácidos graxos das rações da linha super premium são apresentados nas figuras 14, 15 e 16.

Figura 14. Perfil de ácidos graxos em rações da linha super premium – SP1.



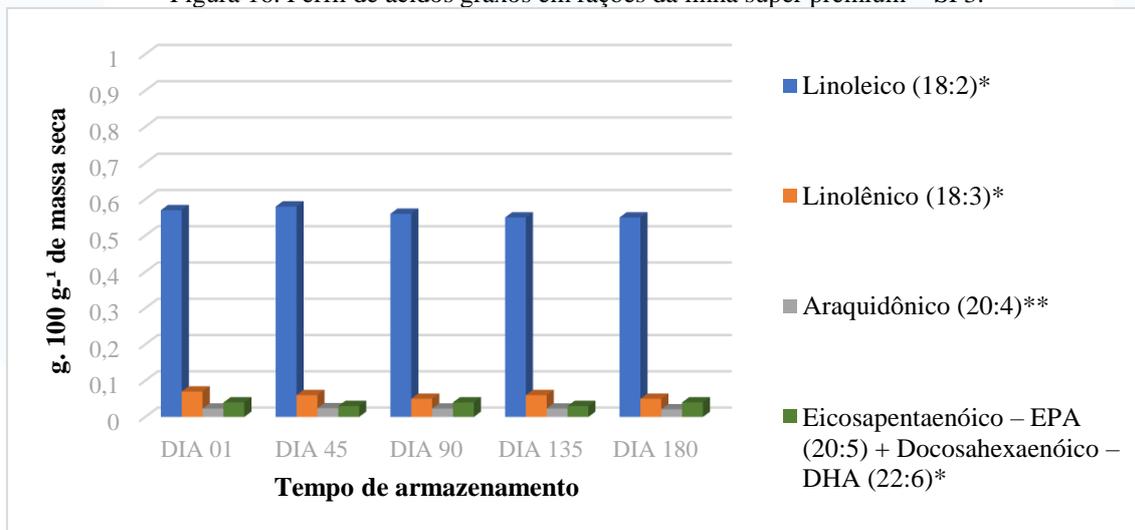
Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 15. Perfil de ácidos graxos em rações da linha super premium – SP2.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Figura 16. Perfil de ácidos graxos em rações da linha super premium – SP3.



Fonte: Elaboradas pelos próprios autores.

Em comparação com as recomendações da AAFCO (2020), os produtos para felinos da linha super premium em relação ao ácido linoleico não atenderam as recomendações, sendo encontrados em todas as amostras valores abaixo de 0,6 gramas no dia 01. Quando confrontado com a FEDIAF (2021), o perfil de ácidos graxos para a alimentação de gatos com uma ingestão energética de 75 kcal/kg^{0,67}, também foram obtidos valores insuficientes, sendo o limiar estabelecido de 0,67 gramas.

Entretanto, para uma ingestão energética de 100 kcal/kg^{0,67} no primeiro dia de análise, os dados encontrados excederam as recomendações de 0,50 gramas, sendo, portanto, considerados adequados. Os teores de ácido linoleico mantiveram-se superiores aos limites estabelecidos, sendo que, o tempo de armazenamento não afetou de forma significativa a concentração em todos os tratamentos analisados.

Com relação ao ácido araquidônico as amostras excederam as quantidades estabelecidas, tanto pela AAFCO (2020), quanto pela FEDIAF (2021). No entanto, segundo Case *et al.* (2011) um excesso de ácidos graxos pode ser danoso para a saúde de gatos adultos, já que oferecer mais gordura do que o trato gastrointestinal consegue digerir e absorver eficientemente pode levar a fezes gordurosas e diarreia. Além disso, ao longo do tempo, isso também pode contribuir para o aumento de peso e obesidade devido à elevada palatabilidade e densidade energética da dieta.

Para o ácido araquidônico, também não foram observadas grandes oscilações no decorrer do tempo de armazenamento. Conforme Trevizan e Kessler (2009), esse ácido desempenha papel significativo nos processos metabólicos essenciais para gatos. Além disso, sabe-se que os felinos precisam de uma quantidade maior desse ácido, uma vez que, como carnívoros estritos, suas fontes alimentares naturais vêm de tecidos animais (Zoran, 2002; Trevizan; Kessler, 2009).

De acordo com Camilo, Sakamoto e Gomes (2014), o fornecimento de uma dieta equilibrada oferece todos os nutrientes essenciais e a necessidade de energia para atender às demandas diárias do animal em cada fase de sua vida. Quando recebem uma alimentação com teor de gordura apropriado, os animais tendem a priorizar a utilização dos ácidos graxos provenientes da dieta para atender às suas demandas energéticas (Case *et al.*, 2011).

Apesar de não existirem padrões específicos sobre as recomendações para ácido linolênico para gatos adultos, conforme AAFCO (2020) e FEDIAF (2021), foram realizadas as análises deste ácido graxo na presente pesquisa. De acordo com os dados, as amostras de rações de linha econômica apresentaram teores com variação de 0,04 a 0,01 gramas e de 0,07 a 0,05 gramas para amostras de rações da linha super premium, nos tratamentos analisados. Constatou-se uma tendência de redução na concentração de ácido

linolênico que se tornou ainda mais evidente aos 180 dias de armazenamento, entre as diferentes amostras. Embora não existam padrões recomendados, a adição de ácido linolênico contendo lipídeos aos alimentos para felinos é indispensável do ponto de vista nutricional (Bauer, 2008).

Case *et al.* (2011) ressaltam que a principal função desse ácido é ser precursor de outros ácidos graxos como o Eicosapentaenóico (EPA) e o Docosahexaenóico (DHA). O EPA, assim como o ácido araquidônico, origina eicosanoides com propriedades anti-inflamatórias que desempenham um papel crucial como mediadores e reguladores do processo inflamatório (Husted; Bouzinova, 2016). Sendo os principais representantes dos eicosanoides, produzidos a partir do EPA, as prostaglandinas E3 e os leucotrienos B5. Por outro lado, o DHA desempenha papel crucial para o desenvolvimento normal do sistema nervoso e da visão, principalmente durante a fase fetal e neonatal, sendo um dos ácidos graxos mais prevalentes na retina (Case *et al.*, 2011).

Embora não existam padrões recomendados, quanto à presença dos ácidos graxos EPA e DHA, com base na matéria seca de rações, Bauer (2011) relata que os teores desses ácidos nos alimentos destinados aos animais de estimação são encontrados em valores baixos, isto é, menores que 0,1% com base na matéria seca. Os resultados obtidos neste estudo para rações de linha super premium, constataram pequena variação na concentração destes ácidos graxos. Entretanto, esses são considerados essenciais para os gatos, especialmente durante estágios específicos da vida, como o crescimento e a reprodução, conforme indicado pela AAFCO (2020).

Case *et al.* (2011) afirmam que, oferecer ao menos quantidades mínimas de DHA na alimentação pode ser uma estratégia mais eficiente para suprir as necessidades. Importante mencionar também que, o fato de não possuir valores atuais para a realização de comparativos, pode está relacionado à escassez de pesquisas na nutrição com animais de estimação (Couto; Real, 2019).

De maneira geral, as amostras de rações da linha econômica apresentaram redução no seu perfil de ácidos graxos ao longo do tempo de armazenamento, de forma mais significativa do que nas amostras de rações da linha super premium, mesmo nos ácidos graxos que antes foram encontrados dentro dos valores mínimos aceitáveis. Infere-se

assim que, pode ter ocorrido deterioração lipídica, sendo que, os lipídeos são considerados os primeiros a sofrer diversas alterações químicas que depreciam a qualidade do alimento quando expostos a variações de temperatura, umidade, contato com oxigênio atmosférico, entre outros (Souza *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2019).

Corroborando este entendimento, o estudo realizado por Souza *et al.* (2014), que ao analisar a qualidade da ração para cães e gatos exposta ao ambiente, afirmam que o contato da mesma com o oxigênio atmosférico provavelmente acelerou o processo de oxidação dos lipídios, reduzindo os teores de gordura e alterando o valor nutricional do alimento.

De acordo com Vasconcellos (2017), quando expostos aos fatores mencionados anteriormente, os ácidos graxos, especialmente os insaturados, tendem a perder hidrogênio nas regiões das duplas ligações e formar produtos primários da oxidação, como os peróxidos. Sendo que, esses tendem a reagir de forma autocatalítica com outros ácidos graxos intactos, e à medida que essa reação evolui, leva rapidamente o produto à rancificação. Esse processo de oxidação leva à perda de qualidade nutricional do alimento devido à degradação de ácidos graxos essenciais, diminuição de vitaminas lipossolúveis, além de reduzir sua atratividade pela formação de sabores e odores desagradáveis, diminuindo assim sua vida de prateleira (Barriuso; Astiasarán; Ansorena, 2012; Silva; Borges; Ferreira, 1999; Tian; Decker; Goddard, 2013).

Entretanto, a degradação ocorrida, mesmo sob condições iguais de armazenamento, dependerá da vulnerabilidade das duplas ligações ao rompimento (Anjos, 2014). Assim, a velocidade da reação de oxidação depende principalmente da composição de ácidos graxos, incluindo o número, a posição e a geometria das insaturações, sendo que, quanto maior o grau de insaturação, mais susceptíveis à oxidação. Além disso, conforme a literatura para os ácidos araquidônico, linolênico, linoleico, as velocidades de oxidação são aproximadamente 40: 20: 10, respectivamente (Araújo, 2015).

Correlacionando os valores obtidos de atividade de água com a degradação lipídica, infere-se que em valores encontrados de A_w a partir de 0,5 para as amostras de rações da linha econômica obtidos no dia 135, ocorreu aumento da velocidade de oxidação. Todavia, o mesmo não foi observado em amostras de rações da linha super

premium, que demonstrou valores menores que 0,5 em todo o período analisado, sendo possível constatar que houve uma melhor preservação dos lipídeos nestas amostras e consequentemente uma diminuição da velocidade de oxidação, sendo estes mais estáveis. De acordo com Celestino (2010), em valores baixos de A_w , a água presente na superfície dos alimentos forma ligações de hidrogênio com os peróxidos, de modo a proteger da decomposição, além de reduzir a velocidade de oxidação nos alimentos. No entanto, quando a atividade de água ultrapassa 0,5, a velocidade de degradação dos lipídios aumenta.

4 CONCLUSÕES

Todas as amostras de rações para gatos adultos variaram em relação aos parâmetros observados, indicando grande interação entre o ambiente e os nutrientes.

As rações da linha premium apresentaram resultados superiores em comparação com as rações econômicas, principalmente quanto aos parâmetros de atividade de água e energia bruta, evidenciando a importância da observação do valor biológico das matérias primas no momento da formulação da ração.

A diminuição acentuada dos seus componentes nutricionais também podem estar relacionados ao processo de fabricação, exigindo assim maior supervisão do setor produtivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

- AAFCO. Official Publication. Association of American Feed Control Officials; Champaign, IL, USA: 2020.
- ABINPET. Mercado Pet Brasil 2023. Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. São Paulo, 2023.
- AGAR, S. **Small animal nutrition**. Grã Bretanha: Elsevier Limited, 2007. 187 p.
- ANDERSON, P. J. B.; ROGERS, Q. R.; MORRIS, J. G. Cats require more dietary phenylalanine or tyrosine for melanin deposition in hair than for maximal growth. **The Journal of Nutrition**, v. 132, n. 7, p. 2037-2042, jul. 2002.
- ANDRADE, D. F.; OGLIARI, P. J. **Estatística para as ciências agrárias e biológicas**. 3. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2017. 475 p.
- ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* **Nutrição animal: as bases e fundamentos da nutrição animal**. São Paulo: Nobel, v. 1, 1984. 395 p.
- ANJOS, E. V. A. dos. **Avaliação do grau de instauração em óleos vegetais comestíveis poliinsaturados**. 2014. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual de Parnaíba, Campina Grande, 2014.
- AQUALAB. **Medida da atividade de água (aw) pelo princípio de ponto de orvalho**. 2013.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 6. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 668 p.
- ARMSTRONG, P. J. *et al.* Introduction to Feeding Normal Cats. *In*: HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P. **Small Animal Clinical Nutrition**. 5. ed. Marck Morris Institute, 2010. p. 361-372.
- BARRIUSO, B.; ASTIASARÁN, I.; D. ANSORENA. A review of analytical methods measuring lipid oxidation status in foods: a challenging task. **European Food Research and Technology**, v. 236, p. 1-15, nov. 2012.
- BATISTEL, N. R. **Estudo de adequação de modelos termodinâmicos para a predição da atividade de água (aw) nos alimentos**. 2015. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- BAUER, J. J. E. Essential fatty acid metabolism in dogs and cats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. spe, p. 20-27, jul. 2008.
- BAUER, J. E. Therapeutic use of fish oils in companion animals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 239, n. 11, p. 1441-1451, dec. 2011.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2. ed. Lavras: Ed. da UFLA, 2012. 373 p.

BURDETT, S. W.; MANSILLA, W. D.; SHOVELLER, A. K. Many Canadian dog and cat foods fail to comply with the guaranteed analyses reported on packages. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 59, n. 11, p. 1181-1186, nov. 2018.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 540 p.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8. p. 911-917, aug. 1959.

CAMILO, M.; SAKAMOTO, M. I.; GOMES, M. O. S. Nutrição de cães em diferentes fases da vida. **Boletim Técnico da Universidade Camilo Castelo Branco**, Descalvado, v. 10. Descalvado, 2014. P. 1-19.

CANT, J. P. *et al.* Responses of the bovine mammary glands to absorptive supply of single amino acids. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, n. 3, p. 341-355, sept. 2003.

CAPPELLI, S. *et al.* Avaliação química e microbiológica das rações secas para cães e gatos adultos comercializadas a granel. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 90-102, jan./mar. 2016.

CASE, L. P; CAREY, D. P; HIRAKAWA, D. A. **Nutrição Canina e felina - Manual para Profissionais**. Madrid: Harcourt Brace, 1998. 424 p.

CASE, L. P. *et al.* **Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals**. 3. ed. Missouri: Mosby Elsevier, 2011. 576 p.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

COUTO, H. P.; REAL, G. S. C. P. C. **Nutrição e alimentação de cães e gatos**. 22. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2019. 359 p.

DALA-PAULA, B. M. *et al.* **Química e Bioquímica de Alimentos**. 1. ed. Alfenas: Universidade Federal de Alfenas, 2021. 250 p.

FEDIAF. The European Pet Food Industry Federation. **Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs**. Bélgica: European Pet Food Industry Federation, 2014. 99 p.

FEDIAF. The European Pet Food Industry Federation. **Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs**. Bélgica: European Pet Food Industry Federation, 2021. 98 p.

FINCO, E. M.; GRIESER, D. de O.; MARCATO, S. M. Exigência de triptofano digestível para codornas japonesas. **Revista Ciência Animal**, Fortaleza, v. 31, n. 2, p. 93-104, 2021.

- GOMES, L. M. Copa do mundo, comportamento animal e o triptofano. **Revista Veterinary e Science**, n. 41, p. 28-32, mai. 2018.
- GOSPER, E. C. *et al.* Discrepancy between the composition of some commercial cat foods and their package labelling and suitability for meeting nutritional requirements. **Australian Veterinary Journal**, v. 94, n. 1-2, p. 12-17, jan./feb. 2016.
- GRANDJEAN, D.; BUTTERWICK, R. **Libro de bolsillo WALTHAM® sobre nutrición esencial de gatos y perros**. Waltham, 2020. 64 p.
- HANSEN, A. E.; WIESE, H. F. Fat in the diet in relation to nutrition of the dog. I. Characteristic appearance and gross changes of animals fed diets with and without fat. **Reports in Biological Medicine**, Texas, v. 9, n. 3, p. 491-515, 1951.
- HARGROVE, D. M. *et al.* Effects of dietary excesses of branched-chain amino acids on growth, food intake and plasma amino acid concentrations of kittens. **The Journal of Nutrition**, v. 118, n. 3, p. 311-320, mar. 1988.
- HORA, A.S.; HAGIWARA, M.K. A importância dos aminoácidos na nutrição dos gatos domésticos. **Revista Clínica Veterinária**, São Paulo, v. 15, n. 84, p. 30-42. 2010.
- HUSTED, K. S.; BOUZINOVA, E. V. The importance of n-6/n-3 fatty acids ratio in the major depressive disorder. **Medicina**, v. 52, n. 3, p. 139-147, may. 2016.
- JOSEPH J. D.; ACKMAN, R. G. Capillary Column Gas Chromatographic Method for Analysis of Encapsulated Fish Oils and Fish Oil Ethyl Esters: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 488-506, may. 1992.
- KIRK, C. A.; DEBRAEKELEER, J.; ARMSTRONG, P. J. Normal Cats. In: HAND, M. S. *et al.* **Small Animal Clinical Nutrition**. 4. ed. New York: Marck Morris Institute, 2000. p. 291-347.
- LE FLOC'H, N.; OTTEN, W.; MERLOT, E. Tryptophan metabolism, from nutrition to potential therapeutic applications. **Amino Acids**, v. 41, n. 1, p. 1195-1205, nov. 2011.
- LE FLOC'H, N.; SÈVE, B. Biological roles of tryptophan and its metabolism: potential implications for pig feeding. **Livestock Science**, v. 112, n. 1, p. 23-32, oct. 2007.
- LIMA, D. C. **Estágio em processamento de rações extrusadas: estabilidade de alimentos extrusados para cães armazenados em embalagens abertas e fechadas**. 2013. 66 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2013).
- LOBATO, A. L. de S. C. **Avaliação bromatológica em rações para cães em crescimento comercializadas no município de Rio Branco – AC**. 2024. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia) – Programa de pós-graduação em ciência, inovação e tecnologia para a amazônia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2024.

MACDONALD, M. L.; ROGERS, Q. R.; MORRIS, J. G. Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore. **Annual Review of Nutrition**, Palo alto, v. 4, p. 521-562, july. 1984.

MENDES, J. V. *et al.* Avaliação de alimentos secos industrializados para cães e gatos expostos ao ambiente. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 10, n. 19, p. 306, 2014.

MEDEIROS, S. R. de; ALBERTINI, T. Z. Partição de energia e sua determinação na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 17-26.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1328 p.

PASTUSZEWSKA, B. *et al.* Effects of supplementing pig diets with tryptophan and acidifier on protein digestion and deposition, and on brain serotonin concentration in young pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 132, n. 1, p. 49-65, jan. 2007.

PEREIRA, A. A. *et al.* Níveis de triptofano digestível em rações para suínos macho castrados de alto potencial genético na fase dos 97 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1984-989, mai. 2008.

PIOLI, A. C. S.; KOWALSKI, T. W. Pesquisa bibliográfica sobre a evolução do comportamento do *Felis catus*: Domesticação do gato e comunicação entre humanos e felinos. Mostra de iniciação científica do Cesuca, n. 16, p. 471-477, nov. 2022.

PRADA, F. Alimentos premium e superpremium para animais de estimação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2002, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: CBNA, 2002. v. 2, 149 p.

RAHMAN, M. S. **Food Properties Handbook**. Florida: CRC Press, 1995. 528 p.

RIBEIRO, D. S. Controle microbiológico em fábricas de rações. **Revista Pet Food Brasil**, São Paulo, v. 68, n. 12, p. 24-25, 2020.

RODRIGUES, A. P. O. *et al.* Qualidade de rações comerciais utilizadas na alimentação do pirarucu *Arapaima gigas* em cativeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Palmas, n. 23, p. 21, nov. 2017.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa, 2010. 175 p.

ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 563-575, out./dez. 2008.

SATO, J. **Estimativa das necessidades de nitrogênio e aminoácidos sulfurados para gatos em crescimento.** 2017. 74 f. Tese (Doutorado zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2017.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Revista Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 94-103, fev. 1999.

SILVA, M. U. da. **Avaliação da estabilidade oxidativa e isoterms de adsorção em pet food.** 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

SILVA, M. U. da. **Modelagem de fatores que afetam a estabilidade oxidativa e a susceptibilidade ao crescimento fúngico em pet food.** 2022. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2022.

SILVA, R. L. **Boas práticas, controle de qualidade, parâmetros de segurança e microbiológicos na fabricação de rações comerciais para cães e gatos.** 2021. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina veterinária) - Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2021.

SOUZA, C. N. de. *et al.* Avaliação da qualidade de rações para cães e gatos expostas ao ambiente. *In: XXIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS*, 23., 2014, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: Ciências Agrárias, 2014. p. 1-4.

SPACKMAN, D. C.; STEIN, W. H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 30, p. 1190- 1206, 1958.

TAYLOR, T. P. *et al.* Maximal growth occurs at a broad range of essential amino acids to total nitrogen rations in kittens. **Amino Acids**, v. 15, p. 221–234, sep. 1998.

TIAN, F., DECKER, E. A., GODDARD, J. M. Controlling lipid oxidation of food by active packaging Technologies. **Food Funct**, v. 4, n. 5, p. 669-680, abr. 2013.

TREVIZAN, L. **Metabolismo de lipídeos em gatos: estudo da aceitação de ácidos graxos de cadeia média e dos efeitos da inclusão de ácido γ -linolênico na formação de ácido araquidônico.** Tese (Doutorado zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

TREVIZAN, L.; KESSLER, A. M. Lipídeos na nutrição de cães e gatos: metabolismo, fontes e uso em dietas práticas e terapêuticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, spe, p. 15-25, jul. 2009.

TRINDADE, L. B. **Avaliação nutricional do farelo de trigo para gatos.** 2015. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.



VASCONCELLOS, R. S. Quais as consequências para o organismo da ingestão de gordura oxidada?. **Revista Pet Food Brasil**, ed. 50, p. 14-20, mai./jun. 2017.

WU, G. *et al.* Phenolic compounds as stabilizers of oils and antioxidative mechanisms under frying conditions: A comprehensive review. **Trends in food science & technology**, v. 92, p. 33-45, oct. 2019.

ZORAN, D. L. The carnivore connection to nutrition in cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 221, n. 11, p. 1559-1567, dez. 2002.