

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E HUMANAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

WELISON MOREIRA TEIXEIRA

**APERFEIÇOAMENTO DO MÉTODO TRADICIONAL (GOLDFISCH) DE
DETERMINAÇÃO DO EXTRATO ETÉREO EM ANÁLISES BROMATOLÓGICAS**

PONTES E LACERDA-MT
NOVEMBRO/2018

WELISON MOREIRA TEIXEIRA

**APERFEIÇOAMENTO DO MÉTODO TRADICIONAL (GOLDFISCH) DE
DETERMINAÇÃO DO EXTRATO ETÉREO EM ANÁLISES BROMATOLÓGICAS**

"Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA".

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sílvia Cristina de Aguiar

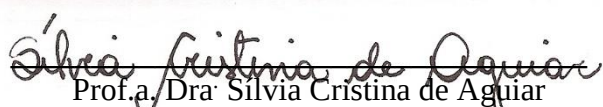
PONTES E LACERDA-MT
NOVEMBRO/2018

WELISON MOREIRA TEIXEIRA

**APERFEIÇOAMENTO DO MÉTODO TRADICIONAL (GOLDFISCH) DE
DETERMINAÇÃO DO EXTRATO ETÉREO EM ANÁLISES BROMATOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a
Coordenação do Curso de Graduação em
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências para
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM: 27/11/2018



Prof.ª Dra. Silvia Cristina de Aguiar
Orientadora/UNEMAT-Pontes e Lacerda-MT



Prof. Dr. Kleber Pelicia
Membro/UNEMAT – Pontes e Lacerda-MT



Membro: Prof. Me. Silverio Teixeira dos Santos
Membro/UNEMAT-Pontes e Lacerda-MT

A minha mãe Edsonia Moreira Teixeira;
Meu pai, Sebastião Francisco Teixeira;
E a toda minha Família, Irmãos, sobrinhos;
Cunhadas, cunhado, tios, avó, primos, etc.
Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, meu Criador, por ter me concedido sabedoria e graças para ter chegado até aqui e concluído minha graduação. A Nossa Senhora minha mãe celestial, minha intercessora junto a Deus, advogada de todas as causas.

A toda minha família que me apoiou e me incentivou, em todos os momentos, meu porto seguro, sendo que, em todos os momentos que precisei estavam comigo, meus pais Edsonia e Sebastião, meus irmão Walerson, Emerson, Vanessa e Elthon, minhas cunhadas Nilcele e Michelle, cunhado Elson e meus sobrinhos Brunessa, Larryssa, Maria, Breno e Kaue.

A Universidade do Estado de Mato Grosso, por ter me proporcionado graduar em Zootecnia, um estudo gratuito e de qualidade. E a todos os professores que de uma forma ou de outra contribuíram para minha formação, não irei citar nomes, pois se eu fosse, esta lista seria grande, agradeço não só aqueles de minha graduação, mas também do meu ensino médio e fundamental, sem nenhuma exceção, agradeço a todos, pelo esforço em ensinar, o tempo dedicado para passar um pouco do seus conhecimentos aos seus alunos, obrigado.

A os professores Samuel Laudelino e Heitor Kirsch, que me possibilitaram desenvolver projetos de extensão e pesquisa, e a toda sua paciência.

A minha Professora Orientadora de TCC, Dr^a Silvia Cristina de Aguiar, por ter aceitado me orientar, por ter se dedicado no desenvolvimento deste trabalho, e por ser esta profissional, que inspira, que não mediu esforços para me ajudar a desenvolver este projeto, e por todo o conhecimento passado em sala de aula, agradeço do fundo do meu coração.

Agradeço aos meus amigos que a universidade me proporcionou, aqueles que foram minha família durante toda minha graduação, não conseguirei listar todos, mas quero que saibam que não esquecerei de nenhum, pois nos momentos quando não tinha minha família de sangue por perto foram vocês que me apoiaram. Agradeço de forma especial, aos amigos da “facção”, estes de forma especial me aturaram, ou eu que tive que aguentar eles, José Dener, Leandro Medeiros, Moises Rodrigues, Pamella Santos e Vanessa Oliveira, estiveram sempre ao meu lado, me ajudando quando precisava, me trazendo problemas e resolvendo problemas, mas foram meus companheiros, mesmo em momentos difíceis estávamos juntos, as vezes poderíamos nos desentender mas é normal em uma família. A todos os meus amigos, um eterno agradecimento, e onde for eu irei lembrás de todos, das brincadeiras, das desavenças, das opiniões e concelhos, e peço a Deus que guarde, proteja e ilumine os vossos passos e pensamentos.

Agradeço aos meus amigos acólitos de Jauru, meus irmãos de fé, por terem sempre me apoiado, por me colocar em suas orações, agradeço ainda ao meu pároco Pe. Aguinaldo Assunção, por ter me orientado espiritualmente, por sempre que precisei esteve a me acolher, orientar e aconselhar. Agradeço a todos, aos técnicos que trabalham ou trabalharam na UNEMAT, aos funcionários da limpeza, a Fortuna Nutripontes que me cedeu parte das amostra que foram utilizadas nas análises, a todos meu muito obrigado.

*“Queixas-te daquilo que te devia dar a maior felicidade.
Onde estaria o teu mérito se tivesses que lutar apenas quando sentisses coragem?
O que conta é quando não tiveres nenhuma, mas agires como se tivesses”*

(Santa Tereza de Ávila)

RESUMO

A determinação do teor de lipídios nos alimentos se faz necessário para um melhor balanceamento da dieta, porém, o processo de extração é demorado e gasta muito reagente. Objetivou-se adaptar a metodologia tradicional de extração do extrato etéreo (EE) em diferentes ingredientes utilizados na alimentação animal a fim de diminuir a quantidade de solvente, quantidade de amostra e reduzir o tempo de análise; e observar se tais modificações influenciam o teor de lipídio extraído. Os dados foram analisados utilizando um modelo estatístico inteiramente casualizado com quatro ensaios e esquema fatorial 2×2 (tratamento e temperatura), com quatro repetições. Foram utilizados ingredientes de diferentes classes e com teores de gordura variáveis conforme listados a seguir: feno de capim Tamani (*Panicum maximum* cv. BRS Tamani), capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), silagem de milho (*Zea mays*), milho grão moído, casca de soja (*Glycine max*) peletizada, farelo de arroz (*Oryza sativa*), girassol semente (*Helianthus annuus*), caroço de algodão (*Gossypium hirsutum*), farelo de soja, soja grão, maracujá casca do fruto (*Passiflora edulis*) e torta de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*). A determinação do teor de EE foi realizada através de modificações no método de Goldfish, com as seguintes modificações: Ensaio A: 1 g de amostra, 50 ml de solvente, 60°C de temperatura inicial e quatro horas de análise; Ensaio B: 1 g de amostra, 50 ml de solvente, 90°C de temperatura inicial e duas horas de análise; Ensaio C: 2 g de amostra, 100 ml de solvente, 90°C de temperatura inicial e duas horas de análise e Ensaio D: metodologia convencional (2 g de amostra, 100 ml de solvente, 60°C de temperatura inicial e quatro horas de análise). O solvente utilizado foi o éter de petróleo P.A. Observou-se que as modificações na metodologia usual do laboratório, influenciaram no teor de EE extraído da maior parte dos ingredientes, sendo que o ensaio que mais se aproximou da metodologia tradicional foi o ensaio C, de modo geral os ensaios que utilizaram uma menor quantidade de solvente (50 ml) não foram eficazes na sua extração. Mostrou que com altas temperaturas (90°C) é possível reduzir o tempo de análise, para duas horas, diminuindo assim, o tempo de permanência em laboratório e permitindo uma melhor utilização do mesmo, porém sem reduzir a quantidade de solvente. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Palavras-chave: Alimentos. Alta temperatura. Gordura Bruta. Solvente. Tempo de extração.

ABSTRACT

The determination of the lipid content in food is necessary for a better balance of the diet, however, the extraction process is time consuming and very wasteful. The objective of this study was to adapt the traditional ethereal extract (EE) extraction methodology in different ingredients used in animal feed in order to reduce the amount of solvent, amount of sample and reduce the time of analysis; and to observe whether such modifications influence the lipid content extracted. The data were analyzed using a completely randomized statistical model with four trials and a 2×2 factorial (treatment and temperature), with four replications. It was used different classes of ingredients with different fat contents as listed below: *Tamani grass* (*Panicum maximum* cv. BRS Tamani), Marandu grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), corn silage (*Zea mays*), corn grain (*Glycine max*) pellets, rice bran (*Oryza sativa*), sunflower seed (*Helianthus annuus*), cottonseed (*Gossypium hirsutum*), soybean meal, soybean grain, passion fruit peel (*Passiflora edulis*) and Brazilian chestnut pie (*Bertholletia excelsa*). The determination of the EE content was carried out by modifications in the Goldfisch method, with the following modifications: Assay A: 1 g of sample, 50 ml of solvent, 60 ° C initial temperature and 4 hours of analysis; Assay B: 1 g of sample, 50 ml of solvent, 90 ° C initial temperature and two hours of analysis; Assay C: 2 g of sample, 100 ml of solvent, 90 ° C initial temperature and 2 hours of analysis and Assay D: conventional methodology (2 g sample, 100 ml solvent, 60 ° C initial temperature and 4 hours analysis); . The solvent used was petroleum ether PA. Modifications in the usual laboratory methodology influenced the EE content extracted from most ingredients, and the most approximant assay to the traditional methodology was assay C of In general, the assays using a smaller amount of solvent (50 ml) were not effective in extracting them. It showed that at high temperatures (90°C) it is possible to reduce the analysis time to two hours, thus reducing the time spent in the laboratory and allowing a better use of the same, but without reducing the amount of solvent. The averages were compared by the Tukey test at 5% probability.

Keywords: Extraction time. Foods. Gross Fat. High temperature. Solvent.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 ÁCIDOS GRAXOS	12
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS LIPÍDIOS	14
2.2.1 Triacilgliceróis	15
2.2.2 Ceras	16
2.2.3 Fosfolipídios	16
2.2.4 Esteroides	17
2.3 FUNÇÃO DOS LIPÍDIOS	18
2.3.1 Função energética dos lipídios.....	18
2.3.2 Gorduras de reserva.....	19
2.3.3 Lipídios fundamentais.....	19
2.3.4 Esteroides e vitaminas lipossolúveis.....	20
2.4 LIPÍDIOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL	21
2.4.1 Lipídios na ração: uso e benefícios.....	21
2.4.2 Classificação dos alimentos utilizados na alimentação animal.....	22
2.4.3. Principais fontes de lipídios utilizadas na alimentação animal	23
2.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDIOS NOS ALIMENTOS	25
2.5.1 Importância da análise de lipídios nos alimentos	25
2.5.2 Princípio do método, metodologia, vantagens e desvantagens	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Os lipídios são compostos orgânicos que apresentam baixa solubilidade em água e alta solubilidade em solventes orgânicos e compreende uma das principais fontes de energia. Os lipídios podem estar presentes nas células dos animais ou dos vegetais, participando tanto de sua estrutura, como os fosfolipídios e ceras, ou na forma de reserva de energia (BEITZ, 1996; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Além de fornecer energia, os lipídios desempenham funções indispensáveis, são veículos das vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais e fazem parte, ainda, da constituição de hormônios importantes na reprodução animal (ANDRIGUETTO et al., 2002).

Na dieta dos animais os lipídios se mostram um importante ingrediente, seu suprimento correto é fundamental para seu máximo desempenho, porém é importante se atentar ao seu nível máximo de inclusão na dieta (MORAES; COSTA; ARAUJO, 2011). Os lipídios têm a capacidade de melhorar a aceitabilidade das rações, diminuir a poeira e a perda de nutrientes e facilita o processo de peletização (BERTECHINI, 2004).

A determinação do teor de lipídios nos alimentos é importante, não só para definir seu nível de inclusão na dieta dos animais, mas também para que possa atender suas exigências, bem como determinar o modo e o tempo de armazenamento, com o intuito de evitar a perda do valor energético do mesmo (GOES; LIMA, 2010).

Para se obter o valor de lipídio presente nos alimentos, existem alguns métodos de análise, todos com suas particularidades, sendo que os principais são o Goldfish e Soxhlet e, em ambos, a extração é realizada por solvente orgânico à quente. O princípio da análise é o mesmo, consiste em extrair o conteúdo com um solvente orgânico, podendo ou não ser em alta temperatura, remover o solvente (por evaporação) e quantificar o extrato etéreo extraído (TECNAL, 2017).

Cada método possui suas vantagens e desvantagens, alguns com maior ou menor gasto de solvente ou maior tempo de análise. Esses solventes possuem um preço bastante elevado, aumentando assim o custo da análise, além do que, é um procedimento muito moroso, podendo demorar até mais de dezesseis horas dependendo do método (CECCHI, 2003).

Desta forma, objetiva-se verificar se modificações na metodologia tradicional podem influenciar o teor de lipídio extraído de ingredientes utilizados na alimentação animal, através de adaptações na quantidade de amostra, na quantidade de solvente e no tempo e temperatura propostos pela literatura, a fim de diminuir o custo com as análises e o tempo de extração.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os lipídios, associados aos carboidratos e as proteínas, formam o conjunto de compostos mais importantes presentes nos alimentos encontrados na natureza e podem ser achados em produtos de origem animal e vegetal (BOSQUILHA, 1999; MEDEIROS; ALBERTINI; MARINO, 2015).

Eles são biomoléculas que apresentam diferentes variações estruturais, onde predominam os ésteres de ácidos graxos, que são ácidos carboxílicos formados por longas cadeias carbônicas compreendidos de 12 ou mais átomos de carbono, são substâncias de rápida oxidação, assim como os combustíveis fósseis (BOSQUILHA, 1999; CORSINO, 2009). Além do carbono, estão presentes na estrutura dos lipídios átomos de hidrogênio e oxigênio e, em alguns grupos, podem conter fósforo, nitrogênio e enxofre (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Os lipídios são substâncias com baixa solubilidade em água, mas alta solubilidade em solventes apolares, podendo ter algumas exceções (BERTECHINI, 2004; NUNES, 1998). Eles constituem uma das principais fontes de energia para os animais, podendo fornecer 2,3 vezes mais calorias que as proteínas e os carboidratos, e suas principais formas de armazenamento em muitos organismos estão na forma de óleos e gorduras (BOBBIO; BOBBIO, 2003; MEDEIROS; ALBERTINI; MARINO, 2015)

Os lipídios estão presentes nas membranas biológicas e desempenham funções de grande importância no organismo, como cofatores enzimáticos, transportador de elétrons, pigmentos que absorvem luz, hormônios, vitaminas, entre outros (MOTTA, 2003).

2.1 ÁCIDOS GRAXOS

São ácidos carboxílicos com cadeias de hidrocarboneto com diferentes tamanhos (Figura 1), são apolares, não possuem ramificações em sua estrutura, em sua maioria possui número par de átomos de carbono, podem ser saturados ou insaturados, possuindo uma ou mais duplas ligações em sua estrutura (BERG; TYMOCZKO; STRYER, 2008; CORSINO, 2009).

Os ácidos graxos saturados, por não possuírem nenhuma dupla ligação e ter uma rotação parcialmente livre em torno de cada ligação entre os átomos de carbono, são moléculas com grande flexibilidade, podendo apresentar diversas conformações. Já os ácidos graxos

insaturados, por apresentarem duplas ligações, têm a estrutura rígida; sendo assim, suas moléculas podem se manifestar de duas formas isômeras: *cis* e *trans*, sendo que os isômeros *cis* ocorrem em grande parte dos ácidos graxos naturais. Comumente, os ácidos graxos poli-insaturados são separados por um grupo metileno, a fim de evitar oxidação, devido as duplas ligações (MOTTA, 2003; VOET; VOET; PRATT, 2008).

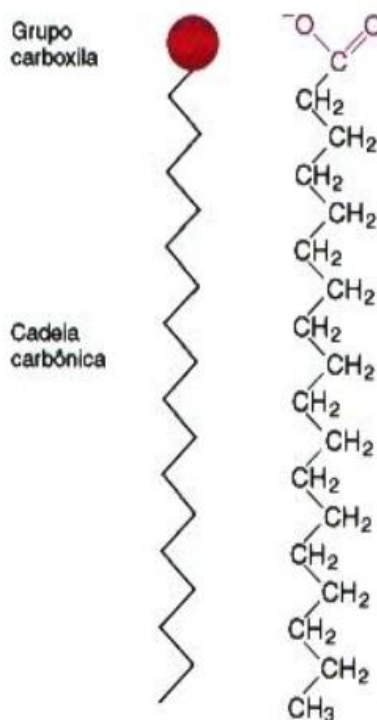


Figura 1 - Exemplo de um ácido graxo.

Fonte: Marzzoco e Torres (1999)

A nomenclatura destes compostos é simples, especifica a quantidade de átomos de carbono presentes na estrutura e as duplas ligações. Seu nome é derivado do hidrocarboneto correspondente, tendo a substituição do “o” no final pelo “óico”, um exemplo é o ácido graxo saturado com dezoito átomos de carbono em sua estrutura e denominado de ácido octadecanóico porque o hidrocarboneto correspondente é o octadecano (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2006; LEHNINGER; NELSON; COX, 2006)

Quando possuem dupla ligação acrescenta-se dien antes do óico, e, em caso de três duplas ligações, se acrescenta trien, ficando octadecanodienóico e octadecanotrienóico. A notação 18:1 representa a quantidade de carbono e dupla ligação, para especificar o local da mesma, e é expresso por números sobrescritos apostos a letra grega maiúscula Δ (delta), sendo assim 18:1 (Δ^9), indica que é uma estrutura com dezoito átomos de carbono com uma dupla ligação no

carbono nove, começando a contar do grupo carboxílico (CORSINO, 2009; VOET; VOET; PRATT, 2008).

A configuração das duplas ligações na grande maioria dos ácidos graxos de ocorrência natural é *cis*, sendo que os ácidos graxos na configuração *trans* são em geral originados da fermentação microbiana no rúmen e obtido de derivados do leite e da carne e, são produzidos também, no processo de hidrogenação de óleos (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006; PALMQUIST; MATTOS, 2011).

As características físicas dos ácidos graxos em sua maior parte são determinadas pelo comprimento e grau de insaturação. Quanto maior a cadeia carbônica e menor a quantidade de dupla ligação menor é a sua solubilidade, influenciando também na temperatura de fusão, pois ácidos graxos insaturados com dupla ligação *cis* ocasionam uma dobradura na sua estrutura e essa dobradura não permite que eles se justaponham aos de cadeia saturada (Figura 2). Sendo assim, a ligação entre as cadeias são mais fracas precisando de menor energia para separá-las (MARZZOCO; TORRES, 1999, NUNES, 1998; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

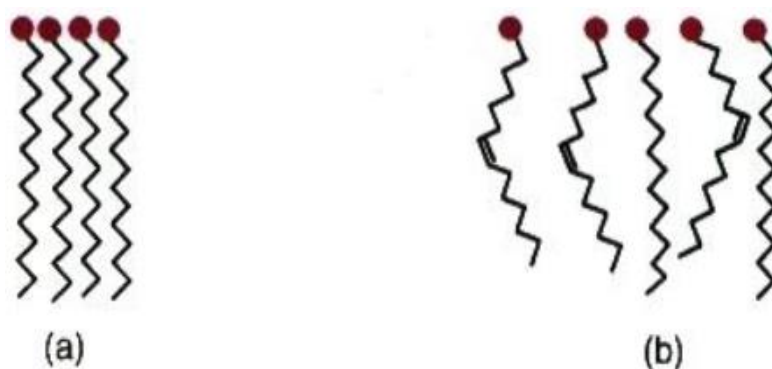


Figura 2 – Interação entre ácidos graxos saturados (a) e entre saturados e insaturados (b).
Fonte: Marzzoco e Torres (1999)

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS LIPÍDIOS

Os lipídios apresentam uma grande diversificação quanto a sua estrutura, apresentam baixa solubilidade em água, alguns estão em maior abundância que outros, porém todos exercem funções físicas e químicas importantes. (MARZZOCO; TORRES, 1999).

2.2.1 Triacilgliceróis

Os lipídios mais simples encontrados nas plantas e nos animais e que possuem ácidos graxos são os triacilgliceróis, os quais são constituídos por três moléculas de ácidos graxos ligados a uma molécula de glicerol, atuam como forma de reserva de energia para os animais, e é a classe de lipídios mais encontrada. No entanto, não fazem parte da formação das membranas celulares (VOET; VOET; PRATT, 2008).

Os triacilgliceróis que possuem apenas um único tipo de ácido graxo ligado nas posições esterificáveis do glicerol são denominados triacilgliceróis simples, seu nome é formado conforme o ácido graxo constituinte; por exemplo, o que contém 16:0 é denominado triestearina (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006;). Porém, a maioria dos triacilgliceróis possui dois ou três tipos de ácidos graxos diferentes em sua estrutura, sendo denominados de acordo com a posição e o nome de cada um dos ácidos graxos em relação ao glicerol, a fim de evitar ambiguidade, como por exemplo, o 1-palmitoleoil-2-lioleoil-3-estearoilglicerol (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Os triacilgliceróis são uma excelente fonte de armazenamento de energia metabólica para a maioria das células eucarióticas, que no citosol aquoso formam gotículas oleosas. Nos seres vertebrados, as células que são capazes de armazenar são chamadas de células adiposas, com capacidade de armazenar grandes quantidades de gotículas de gorduras formadas por triacilgliceróis; também nas sementes dos vegetais eles são armazenados, como óleos para fornecer energia necessária para a germinação da semente (MOTTA, 2003; PAULINO, 1997).

As células de armazenamento possuem enzimas que catalisam a hidrólise dos triacilgliceróis que estão armazenados para que possam disponibilizar ácidos graxos aos sítios onde se fazem necessários (BEITZ, 1996; PALMQUIST; MATTOS, 2011). Essa forma de armazenamento de energia apresenta vantagens em relação aos polissacáridos, por fornecer mais energia na sua oxidação completa, comparada com a mesma massa e por serem hidrofóbicos, ao contrário dos carboidratos nos quais dois terços do seu peso é constituído por água, os organismos que armazenam gordura como reserva de energia, não carregam o peso a mais da água (SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

Os carboidratos de armazenamento nos animais são fontes rápidas de energia, porém, o organismo não consegue armazená-los para longos períodos, o que não ocorre com os triacilgliceróis, que são uma fonte de energia mais lenta, mas para armazenamento em longo prazo é a mais preferível (SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

2.2.2 Ceras

As ceras são ésteres de ácidos graxos com cadeia carbônica grande, geralmente de quatorze a trinta e seis carbono, saturadas ou não com álcoois de longas cadeias, possuem um alto ponto de fusão e, em geral, têm a temperatura de fusão maior que os triacilgliceróis (NUNES, 1998, PAULINO, 1997).

As ceras estão presentes em toda a natureza, tanto nos vegetais quanto nos animais, apresentam uma grande insolubilidade em água e baixa decomposição, geralmente são encontradas como uma camada protetora, um exemplo é a cera de carnaúba, que exerce a função de evitar a perda de água da planta e está presente também nas pastagens; esta mesma cera é utilizada para polimento dos automóveis (BOBBIO; BOBBIO, 2003; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

Devido à grande impermeabilidade das ceras em água, elas também apresentam várias outras funções na natureza, por exemplo, nos vertebrados algumas glândulas secretam ceras para proteger e lubrificar os pelos, nos pássaros a glândula uropigial secreta cera fazendo com que as penas sejam repelentes a água, um outro exemplo é a cera produzida pelas abelhas que são usadas no favo de mel e é completamente hidrofóbica (PAULINO, 1997; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

2.2.3 Fosfolipídios

Os fosfolipídios estão presentes em abundância em todas as membranas biológicas. Eles são constituídos basicamente por quatro componentes: um ou mais ácidos graxos que se ligam a uma estrutura base, que pode ser o glicerol, um álcool constituído de três carbonos ou esfingosina, um fosfato e um álcool ligado ao fosfato (BERG; TYMOCZKO; STRYER, 2008).

A estrutura dos fosfolipídios é dividida em duas partes: a “cauda” com estrutura alifática apolar (cadeia carbônica aberta e insolúvel em água) e “cabeça” com o grupo fosfato sendo polar (parte solúvel em água), isso faz com que eles sejam agentes emulsificantes (que fazem

uma dispersão coloidal de determinado líquido em outro) e surfactantes (capazes de reduzir a tensão superficial) (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2006; MOTTA, 2003).

Quando estão presentes em água a parte apolar é direcionada para o interior e a parte polar fica em contato com a água, e em quantidade suficiente forma uma bicamada, isso é possível pela característica anfifílica (apresenta uma parte apolar e outra polar). A bicamada lipídica da membrana das células atua como uma barreira de permeabilidade, controlando a entrada e saída de nutrientes (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007)

Os fosfolipídios que apresentam uma espinha dorsal de glicerol, duas cadeias de ácidos graxos e uma de álcool fosforilado são chamados de fosfoglicerídeos. Quando não tem nenhuma adição além da estrutura básica, resulta no fosfatidato, o fosfolipídio mais simples e encontrado em pequenas quantidades nas membranas, porém é o precursor de outros fosfolipídios (BERG; TYMOCZKO; STRYER, 2008). Os esfingolipídios mais encontrados são as ceramidas, que são precursores da esfingomielina, que estão presentes na composição da bainha de mielina que reveste os axônios das células nervosas (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2006; VOET; VOET; PRATT, 2008).

2.2.4 Esteroides

Os esteroides são construídos de quatro anéis hidrocarbonados fusionados, onde três possuem seis átomos de carbono e, um com cinco, possui uma cauda de hidrocarboneto ligado a uma extremidade e uma hidroxila do outro. No colesterol, o mais abundante esteroide encontrado nos tecidos dos animais, o grupo polar que é a hidroxila presente na molécula fornece um fraco caráter anfifílico e os seus anéis fusionados permitem uma maior rigidez em comparação com os outros lipídios presentes na membrana (BERG; TYMOCZKO; STRYER, 2008; PAULINO, 1997).

Nos vegetais, leveduras e fungos têm a produção de esteroides, porém as bactérias são incapazes de sintetizar, existem poucas espécies que conseguem incorporar esteroides exógenos em sua membrana. Os organismos eucariontes sintetizam os esteroides a partir de unidades de isopreno com cinco átomos de carbono; do mesmo modo, são sintetizadas as vitaminas lipossolúveis (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006; MARZZOCO; TORRES, 1999).

Nos mamíferos os esteroides são constituintes das membranas e servem como precursores dos hormônios esteroides, que regulam diversas funções fisiológicas, como regulação das

expressões dos genes. Os ácidos biliares são derivados do colesterol e possuem ação emulsificante na luz do intestino (NUNES, 1998; BEITZ, 1996; VOET; VOET; PRATT, 2008).

2.3 FUNÇÃO DOS LIPÍDIOS

Os lipídios são de extrema importância para os organismos, apresentando diversas funções tanto nutricional quanto fisiológicas, dentre essas funções se destacam algumas (ANDRIGUETTO et al., 2002).

2.3.1 Função energética dos lipídios

Os lipídios são excelentes fontes de energia, pois têm uma grande capacidade de fornecer energia por unidade de peso, podendo fornecer cerca de nove quilocalorias de energia bruta, por um grama, mais que o dobro que os carboidratos, e são de alta digestibilidade. Os óleos e as gorduras são de modo geral amplamente utilizados na alimentação animal, principalmente em animais que necessitam de uma alta densidade energética (BOBBIO; BOBBIO, 2003; CORSINO, 2009; LANA, 2005).

O uso de lipídio na dieta é bastante variável para cada espécie e categoria animal. Em aves até 32% da energia da ração, na forma de gordura, é bem aproveitada, já os suínos são menos tolerantes a altos níveis de gordura na ração, podendo apresentar alguns distúrbios, porém, segundo Manno et al. (2005), altas temperaturas ambientais diminuem o consumo de ração. Nesta situação o uso de lipídios pode ser uma alternativa para atender as exigências energéticas dos animais, já que apresentam um menor consumo de matéria seca (ANDRIGUETTO et al., 2002; PALMQUIST; MATTOS, 2011).

Nos ruminantes se devem tomar alguns cuidados para não ultrapassar os limites máximos, pois pode prejudicar a fermentação e digestão dos alimentos, uma vez que a gordura pode formar uma espécie de película sobre o alimento e dificultar a ação microbiana. Para bovinos, não se recomenda acima de 5% de gordura na matéria seca, exceto para vacas de alta produção, principalmente na fase inicial da lactação, onde a exigência nutricional não é atendida pelo

consumo de matéria seca, sendo necessário adição de fonte de óleos na dieta (PALMQUIST; 1995; PALMQUIST; MATTOS, 2011).

2.3.2 Gorduras de reserva

Os lipídios formados no organismo animal podem ser oriundos de três fontes; dos lipídios, dos carboidratos e das proteínas, porém, a fonte mais comum é dos próprios lipídios. Há formação através de outras fontes de nutrientes quando se tem desequilíbrio, ou excesso de carboidratos e proteínas ou falta de lipídios (BEITZ, 1996; BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Na maioria das células eucarióticas os lipídios formam uma fase aquosa no citosol, nos vertebrados as células especializadas em armazenar os lipídios, chamadas de adipócitos, têm uma grande capacidade de armazenamento. O tecido adiposo é encontrado principalmente na camada subcutânea e na cavidade abdominal dos animais (BEITZ, 1996; VOET; VOET; PRATT, 2008).

As gorduras formadas a partir dos próprios lipídios dos alimentos conservam suas características próprias e, como consequência, as características físicas e químicas das gorduras podem ser modificadas, influenciando na cor, odor e sabor. Por exemplo, fontes de lipídios com carotenoides podem mudar a coloração da gordura de reserva, e animais que consomem farinha de peixe e o óleo de peixe podem proporcionar odor ou sabor, tanto na carne quanto em ovos (ANDRIGUETTO et al., 2002).

Os lipídios depositados são fontes de energia disponibilizada mais lentamente em comparação com o glicogênio, porém satisfazem as necessidades energéticas por um período maior. A reserva subcutânea de lipídio serve não apenas como reserva de energia, mas também como isolante de ambientes com baixas temperaturas, evitando a perda de calor do corpo (MOTTA, 2003; BERG; TYMOCZKO; STRYER, 2008;).

2.3.3 Lipídios fundamentais

Alguns ácidos graxos essenciais não podem ser sintetizados pelo animal, sendo necessário o fornecimento destes na alimentação; são eles: ácido linoleico, ácido linolênico e o ácido

araquidônico, o ácido araquidônico é sintetizado pelo organismo a partir do ácido linoleico. Os ácidos graxos essenciais têm funções importantes no corpo dos animais, entre elas, atuam como constituintes da membrana celular e auxiliam na absorção de ácidos graxos (BERTECHINI, 2004; LANA, 2005; PALMQUIST; MATTOS, 2011).

Os mesmos são facilmente encontrados em quase todos alimentos, tanto de origem animal quanto vegetal, eles podem ser encontrados facilmente nas sementes das oleaginosas, por exemplo em soja, milho, algodão, girassol, entre outros, por isso é importante que estes estejam na dieta dos animais (ANDRIGUETTO et al., 2002; BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Além dos ácidos graxos essenciais, os lipídios têm grande importância, eles formam as bicamadas lipídicas, que controlam a permeabilidade das células, em associações com proteínas e carboidratos, e atuam como receptores específicos para alguns hormônios (LEHNINGER; NELSON; COX, 2006; VOET; VOET; PRATT, 2008).

2.3.4 Esteroides e vitaminas lipossolúveis

Nos mamíferos o colesterol, que é um esteroide, é um componente da membrana plasmática, constituinte da mielina do sistema nervoso e também o precursor metabólico dos hormônios esteroides, que regulam diversas funções fisiológicas; o cortisol, por exemplo, afeta o metabolismo de carboidrato, de proteína e de lipídios e interfere em outras funções como a capacidade de controlar o estresse (BOBBIO; BOBBIO, 2003; BEITZ, 1996).

Os esteroides ajudam na formação dos ácidos biliares, regulam a excreção de sal e água pelos rins, eles desempenham papéis importantes na reprodução animal, são responsáveis por alguns hormônios sexuais que regulam a expressão dos genes, como por exemplo, testosterona, andrógeno, estrógeno (ANDRIGUETTO et al., 2002; CORSINO, 2009).

As variadas formas de vitaminas D, que são formadas na pele durante a exposição ao sol, são derivadas do esterol, como por exemplo a vitamina D₂, que tem como precursor o ergosterol, presente principalmente nos fungos secos ao sol. As outras vitaminas lipossolúveis A, E e K, são encontrados em vários óleos e gorduras de origem vegetal e animal, sendo assim os lipídios facilitam sua absorção (BEITZ, 1996; BERTECHINI, 2004; MEDEIROS; ALBERTINI; MARINO, 2015).

2.4 LIPÍDIOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Os lipídios são de grande valia para os animais, representando uma das principais formas de armazenar energia nos organismos, veículo para as vitaminas lipossolúveis, ácidos graxos essenciais, fonte densa de energia, entre várias outras funções (MEDEIROS; ALBERTINI; MARINO, 2015).

2.4.1 Lipídios na ração: uso e benefícios

O teor e o tipo de ácido graxo encontrado nas rações são variados, assim como nos alimentos, sendo que em forragens são encontrados em menores concentrações. Os ácidos graxos na maioria das dietas dos animais domésticos, representa em torno de 3% a 4% do consumo de matéria seca, a menos que seja acrescentado sementes de oleaginosas ou suplementos lipídicos (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

Conforme Lana (2005), o uso de lipídios nas rações melhora a aceitabilidade. De acordo com Pastore et al. (2013), os palatabilizantes são aqueles ingredientes que levam às primeiras respostas de alimentação, como detecção e procura pelo alimento. E os fosfolipídios têm a capacidade de promover a procura e estimular o consumo de alimentos pelos peixes.

Em trabalhos conduzidos por Bastos (2015) e Bernal e Baião (1996), os autores mostraram que as maiores percentagens de óleo na dieta apresentaram uma redução no consumo de matéria seca e um aumento no ganho de peso, porém não apresentou diferença na conversão alimentar. De acordo com Nunes (1998), isso ocorre pois altos níveis de energia na dieta atuam diretamente no centro hipotalâmico da saciedade, reduzindo seu consumo.

Para os equinos com alta demanda energética, o uso de óleos na dieta apresenta uma ótima alternativa para suprir suas exigências, melhorando seu desempenho e recuperação pós-prova, e exibe algumas vantagens em relação a utilização de carboidratos, pois não apresenta consequências como laminitite e cólica que podem ocorrer com a maior ingestão de carboidratos necessários para atingir suas exigências energéticas (MATTOS et al., 2006; MORGADO; GALZERANO, 2006).

Em um experimento conduzido por Pucci et al. (2003), avaliando a inclusão de diferentes níveis de óleo na ração de frangos de corte, observou-se que a inclusão de óleo na ração

melhorou o desempenho das aves, permitiu máxima digestibilidade de Extrato Etéreo (EE) e melhorou em 2,3% a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio.

A inclusão de lipídio na dieta de vacas leiteiras de alta produção, principalmente na fase inicial de lactação, onde o consumo de matéria seca é baixo, proporciona um aumento na ingestão de energia, melhora o balanço de nutrientes e exorta a produção de leite e sólidos. No entanto, nem todos os óleos apresentam um desempenho igual, devido a diferença no tamanho das cadeias carbônicas (LÓPEZ; LÓPEZ, 2005; SANTOS et al., 2009).

2.4.2 Classificação dos alimentos utilizados na alimentação animal

A alimentação num sistema de produção é de grande relevância, a sua deficiência pode ocasionar redução nos índices reprodutivos, sendo necessário se atentar na hora da escolha do mesmo, para que possa atender as exigências dos animais. Existe uma grande variedade de alimento e com diversas composições para se fornecer aos animais (SILVA; DINIZ; ROSADO, 2015).

Devido à grande variedade de alimentos e com diversas propriedades, sua classificação é feita usando alguns critérios, como níveis de energia, fibra, proteína e umidade presente em cada tipo de alimento (MORAES; COSTA; ARAUJO, 2011).

Os alimentos volumosos são aqueles que apresentam volume, são de forma geral de alta quantidade de fibra e baixo teor de energia e, devido a esta grande quantidade de fibra, apresentam menos de 60% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e acima de 18 % de fibra bruta (FB) (EZEQUIEL; GONÇALVES, 2008).

Entre os alimentos volumosos, eles ainda são divididos em seco, úmido e ensilado. Este último são aqueles alimentos que passaram por um processo de conservação por fermentação, após a ensilagem (GONÇALVES; BORGES; FERREIRA, 2009). Existe silagem de diversos alimentos, como milho, girassol, cana-de-açúcar, de diversos capins, entre outros, e o seu teor de EE é variado. Por exemplo, a silagem de milho apresenta em média 3,13% de EE, já a de girassol tem em média 12,66%; e o mesmo alimento pode ter diferença, dependendo de diversos fatores como o estágio da planta (VALADARES FILHO, 2010).

Esta classificação de volumoso seco ou úmido está relacionado diretamente com a quantidade percentual de água presente no alimento. Os volumosos úmidos contêm mais de 13% de umidade, já os denominados secos possuem menos que esse percentual. Entre os

alimentos secos pode-se destacar os feno e as palhadas, para os úmidos, destacam-se as pastagens e a cana-de-açúcar (EZEQUIEL; GONÇALVES, 2008; LEWIS, 1985).

Ao contrário dos alimentos volumosos, os concentrados apresentam um baixo teor de fibra e alto percentual de energia; geralmente com mais de 60% de NDT e menos de 18% de FB na sua composição bromatológica (GOES; SILVA; SOUZA, 2013).

Estes, ainda, podem ser divididos de acordo com o percentual de proteína bruta (PB) presente no alimento da seguinte forma: concentrado energético, que possui menos de 20% de PB, e os proteicos com mais de 20% de PB. Os alimentos concentrados energéticos geralmente são utilizados na ração para elevar o teor energético, essa energia é proveniente de carboidratos solúveis ou lipídios (MONTARDO, 1998; SALMAN; OSMARI; SANTOS, 2011).

O concentrado energético pode ser de origem vegetal e de origem animal, (GOES; SILVA; SOUZA, 2013). Porém, a Instrução Normativa nº 8 de 2004 proíbe em todo o território nacional a produção, comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal (BRASIL, 2004a).

O concentrado proteico é uma fonte suplementar de proteína para complementar o déficit de outros alimentos. Eles também podem ser de origem vegetal, como algodão, soja, girassol e outros; ou animal, como por exemplo a farinha de sangue, farinha de carne, farinha de peixe, etc. (LANA, 2005). Porém também são restritos aos ruminantes (BRASIL, 2004a).

Existem ainda outros ingredientes importantes na composição das dietas como os suplementos minerais (fornecendo os macros e micro minerais), os suplementos vitamínicos (vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis), os aditivos, que apesar de não fornecerem nutrientes e estarem em pequenas quantidades, são importantes na dieta (GONÇALVES; BORGES; FERREIRA, 2009).

2.4.3. Principais fontes de lipídios utilizadas na alimentação animal

Existem diversas fontes de lipídios para serem fornecidos nas dietas dos animais em suas diversas fases de produção para que possam aumentar a densidade energética, podendo ser tanto de origem animal quanto de origem vegetal. Existem diversas sementes de oleaginosas que podem fornecer altas concentrações de óleos (VERUSSA, 2015).

A forma como o óleo esta presente na ração e o grau de instauração, são alguns fatores que influenciam na disponibilidade do mesmo, principalmente em animais ruminantes. O lipídio em forma de óleo livre é menos disponível que o sebo, o qual também possui uma disponibilidade menor que os grãos de oleaginosas, em função de o grão servir como uma proteção física de parte da gordura presente, evitando que entre em contato com o conteúdo do rúmen (MEDEIROS; ALBERTINI; MARINO, 2015; PALMQUIST; MATTOS, 2011).

Óleos e gorduras vegetais são produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécie vegetal (BRASIL, 2004b). Existem diversos óleos e gorduras, como o óleo de soja, girassol, milho, gordura de bovino, aves, coco, entre outros. Mesmo com essas inúmeras fontes, o seu valor de energia bruta e percentagem de EE não apresentam grandes variações, contendo mais de 99 % de EE (ROSTAGNO et al., 2011; VALADARES FILHO et al., 2010).

Em estudos conduzidos por Oliveira et al. (2007), que avaliaram a influência de diferentes fontes de óleos (óleo de soja e grão de soja), na alimentação de bubalinos em confinamento, observou-se que a dieta com óleo de soja apresentou melhores resultados em ganho de peso e conversão alimentar.

Os grãos das oleaginosas também são uma forma de fornecer energia aos animais, dentre alguns exemplos de grão com alto teor de lipídio pode-se citar o de soja, girassol e algodão, os mesmos apresentam diferentes teores de EE (ROSTAGNO et al., 2011; VALADARES FILHO et al., 2010).

Segundo Barletta (2010), o uso de grão de soja na dieta de vacas em lactação, apresenta resultados satisfatórios, uma vez que aumentou o teor de sólidos do leite; porém, é importante se atentar aos níveis máximos de lipídios na dieta, pois valores elevados podem levar a resultados indesejáveis, com redução no consumo das vacas e, conseqüentemente, no seu desempenho.

De acordo com Souza et al. (2009) o uso de dietas com 7,28% de EE, tendo como fonte de gordura grão de soja moído, na alimentação de bovinos taurinos de diferentes grupos genéticos (Nelore; Caracu; $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Nelore; e $\frac{1}{2}$ Red Angus $\frac{1}{4}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Nelore) em confinamento, mostrou ser eficiente em diminuir o consumo de matéria seca sem diminuir o ganho de massa corporal dos mesmos.

Outra forma de se aumentar a densidade energética da dieta é através do fornecimento de gordura protegida. A gordura protegida é um lipídio envolvido por uma camada de proteína tratada com formaldeído, deste modo ela passa pelo rúmen sem sofrer alguma alteração e, quando chega ao meio ácido do abomaso, ocorre a quebra das ligações proteicas, permitindo

subsequente digestão. Com essas características, é uma alternativa para aumentar o teor de EE na alimentação dos animais ruminantes, sem afetar a ação dos microrganismos, inibindo a atividade enzimática ou sendo tóxico a eles (NUNES, 1998).

Em estudo conduzido por Vilela et al. (2002), que avaliaram a influência do uso de gordura protegida no concentrado fornecido a vacas da raça Holandesa em pastagem de *coast-cross* no terço inicial da lactação, verificou-se um aumento na média da produção de leite, no tratamento testemunha, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi de 72,4 kg/ha, já no tratamento com o uso de gordura protegida foi de 80,4 kg/ha.

Resultados parecido foram encontrados por Duarte et al. (2005), que estudaram o efeito do uso de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas da raça Jersey no início do período de lactação, com aumento na produção de leite, sem influenciar em sua composição e na ingestão de alimento.

2.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LIPÍDIOS NOS ALIMENTOS

Os lipídios são compostos insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos (éter, clorofórmio, benzeno, etc.), sendo assim na presença destes solventes é possível extrair a fração gordurosa dos alimentos, como os ácidos graxos livres, triacilgliceróis e outros. Alguns apresentam maiores dificuldades de serem extraídos, por exemplo as ceras, esteroides e pigmentos lipossolúveis (GOES; LIMA, 2010). O processo de extração é variado conforme o método utilizado, mas de modo geral, a amostra entra em contato com o solvente, que retira todas as frações solúveis (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004).

Segundo Palmquist e Mattos (2011), o EE é muito impreciso, pois possui muito material, além dos ácidos graxos e triglicerídeos, onde apenas metade deste conteúdo é constituído de ácidos graxos, ele apresenta uma heterogeneidade em termos químicos e fisiológicos.

2.5.1 Importância da análise de lipídios nos alimentos

As gorduras correspondem a fração mais energética dos alimentos e possuem uma proporção de hidrogênio e oxigênio maior que os carboidratos, sendo assim alimentos que

apresentam um maior teor de gordura, possui valores maiores de NDT (SILVA; QUEIROZ, 2002).

A maioria das dietas dos animais domésticos possui um baixo teor de ácidos graxos, cerca de 3% a 4%, a não ser que seja acrescentado sementes de oleaginosas ou algum outro suplemento lipídico. É importante se determinar essa percentagem, para que possa atender as exigências energéticas dos animais, saber qual alimento se adicionar a alimentação (PALMQUIST; MATTOS, 2011)

A quantidade de gordura presente nos alimentos pode influenciar no seu modo de armazenar, pois a fração lipídica é muito instável. Alimento com maior concentração de gordura apresenta uma maior propensão a rancificação. Nesse processo de rancificação o alimento sofre alterações em alguns nutrientes, como carotenoide, provitaminas, ácidos graxos, e outros. Esse processo influencia também a aceitabilidade da ração (GOES; LIMA, 2010).

2.5.2 Princípio do método, metodologia, vantagens e desvantagens

O processo de extração de gordura dos alimentos é dividido em três fases, começando pela extração da gordura presente na amostra com o solvente orgânico (éter de petróleo, éter etílico, acetona, clorofórmio, benzeno e álcoois), depois a retirada do solvente através da evaporação e, por fim, a quantificação através da pesagem da gordura extraída (RODRIGUES, 2010).

Para determinação de lipídios presentes nas dietas dos animais existem diversos métodos, e dois deles se destacam: Soxhlet e Goldfisch, são submetidos a extração por meio de solventes orgânicos, apesar do princípio ser o mesmo, apresenta diferenças entre si, como tempo de extração e temperatura do solvente (TECNAL, 2017).

O processo de extração com o equipamento Soxhlet, é um procedimento intermitente, e com refluxo. O procedimento é simples, a amostra previamente pesada é envolta em um cartucho e é colocada no equipamento que acopla um tubo desengordurado com o solvente. Em forma de vapor, o solvente se resfria ao entrar em contato com o condensador, que passa pela amostra, até retirar toda a gordura (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008).

Com o uso do equipamento Soxhlet a amostra não fica em contato direto com o solvente muito quente, desse modo evita a decomposição da gordura da amostra. Porém, apresenta

algumas desvantagens: é preciso uma maior quantidade de solvente, devido o processo ser intermitente, e o tempo de extração é maior (CECCHI, 2003).

A extração no equipamento Goldfisch é um processo de refluxo contínuo com solvente em alta temperatura. A amostra é pesada e acondicionada em papel filtro (cartucho), depois é colocada em um gancho, o qual é acoplado em um *reboiler* de peso conhecido com uma quantidade específica de solvente; esse processo dura até que se tenha extraído toda a gordura do alimento. Depois do *reboiler* seco em estufa a 105°C o mesmo é pesado, e a diferença de peso é a quantidade de gordura bruta da amostra (TECNAL, 2017).

Este processo utiliza menos solvente para a análise e o tempo de extração é menor, devido a amostra ficar diretamente em contato com o solvente, porém tem a possibilidade de ocorrer a degradação da gordura, se não houver acompanhamento adequado de todos os processos (CECCHI, 2003; TECNAL, 2017).

Em estudo conduzido por Gomes e Simeone (2012), buscou reduzir o tempo de análise de gordura, em que se utilizou o método de Goldfisch, porém, com alta temperatura (90°C) e menor tempo, para o estudo foi utilizado três diferentes tempos de análises (30 minutos, 40 min e 50 min), a uma temperatura de 90°C e com 200 ml de éter de petróleo, com amostras conhecidas o teor de gordura, observou que, não teve diferença significativa entre os diferentes tempos, sendo assim os autores recomendam o tempo de 30 min, visto que, extraiu de forma satisfatória e utilizou menor tempo para realizaras analise.

Já em estudos realizados por Silva et al. (2011), comparou adaptação do método de Goldfisch, que utilizou 3 h de extração, com método de alta temperatura, com 50 min a 90°C, com a mesma quantidade de solvente, observaram que o segundo método obteve uma maior extração de extrato etéreo para as amostra de forragem e fezes, porém, para as amostra de concentrado isto não foi verificado, segundo os autores, isto ocorreu, pois em alta temperatura possibilitou uma maior extração de pigmentos, aumentando assim seu peso, de acordo com o mesmos em alta temperatura, superestima a quantidade de lipídio de alimentos volumosos, já para alimentos concentrados não encontrou diferença significativa. Barbosa et al. (2017), Encontrou resultados semelhantes em experimento comparando as mesmas metodologias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) do campus universitário de Pontes e Lacerda – UNEMAT.

Para o estudo, foram utilizados ingredientes com teores de gordura variáveis, adquiridos de doação da empresa Fortuna Nutipontes e de experimentos que estavam sendo executados na própria universidade e classificados de acordo com Valadares Filho et al. (2010), citados a seguir: Forragem seca: feno de capim Tamani (*Panicum maximum* cv. BRS Tamani); Forragem verde: capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), o qual realizou-se a amostragem no período das águas; Ensilado: silagem de milho (*Zea mays*); Concentrados energéticos: milho grão moído, casca de soja (*Glycine max*) peletizada, farelo de arroz (*Oryza sativa*), girassol semente (*Helianthus annuus*); Concentrados proteicos: caroço de algodão (*Gossypium hirsutum*), farelo de soja, soja grão; Coproduto: maracujá casca do fruto (*Passiflora edulis*) e torta de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*).

Os dados foram analisados utilizando um modelo estatístico inteiramente casualizado com quatro ensaios e esquema fatorial 2×2 (tratamento e temperatura), sendo tratamento (A → 50 ml de éter de petróleo e 1 g de amostra; B → 100 ml de éter de petróleo e 2 g de amostra), temperatura (1 → 60°C e 2 → 90°C), com quatro repetições.

A determinação do teor de EE foi realizada através de modificações no método de Goldfish (Método INCT -CA G-004/1) descrito por Detmann et al. (2012), com as seguintes determinações:; Ensaio A: 1 g de amostra, 50 ml de solvente, 60°C de temperatura inicial e quatro horas de análise; Ensaio B: 1 g de amostra, 50 ml de solvente, 90°C de temperatura inicial e duas horas de análise; Ensaio C: 2 g de amostra, 100 ml de solvente, 90°C de temperatura inicial e duas horas de análise e Ensaio D: metodologia convencional (2 g de amostra, 100 ml de solvente, 60°C de temperatura inicial e quatro horas de análise). O solvente utilizado foi o éter de petróleo P.A.

As amostras de feno de capim Tamani, capim Marandu e silagem de milho foram pesadas em bandejas de alumínio e colocadas em estufa de ventilação forçada com temperatura controlada (50 a 55°C) durante 72 horas, para determinação da pré-secagem. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas, utilizando-se peneira com crivos de 1 mm, e acondicionadas em potes plásticos fechados e identificadas para posterior análise. Os demais ingredientes não precisaram de pré-secagem, sendo apenas moídos a 1 mm. Foi

determinado o teor de matéria seca (MS) dos ingredientes utilizados de acordo com o método nº 934.01 (AOAC, 1990).

As modificações realizadas na metodologia ocorreram da seguinte forma: um dia antes da análise os tubos *reboilers* foram limpos com éter de petróleo e acondicionados em estufa sem circulação forçada de ar a 105° por uma noite, sendo resfriados em dessecador, pesados em balança analítica e identificados. As amostras foram pesadas (1 a 2 g) em balança analítica em cartucho extrator preparado com papel filtro (filtro de café nº 2). Os tubos *reboilers* contendo éter de petróleo foram colocados no extrator Goldfish (Determinador de gordura, modelo TE-044-5/50, Tecnal Equipamentos Científicos, São Paulo, Brasil), onde ficaram mergulhados no éter por uma hora a 90°C, em gotejamento por vinte minutos a 100°C, em recuperação do éter por vinte minutos a 100°C (com quatro lavagens com éter a cada cinco minutos) e recuperação do éter por dez minutos a 100°C e evaporação do éter contido no tubo *reboiler* a 110°C, totalizando duas horas de análise.

Após a extração, os tubos foram externamente limpos com éter de petróleo para retirar possíveis contaminações por gordura e, depois de secos, levados à estufa a 105°C por uma hora, resfriados em dessecador e pesados, sendo que o teor de EE foi obtido através da diferença de peso do *reboiler* vazio e do *reboiler* com a gordura extraída.

As variáveis foram analisadas de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$y_{ij} = \mu + T_i + TE_j + TxTE_{ij} + e_{ij}, \text{ onde:}$$

y_{ij} → observação do teor de EE da amostra j no tratamento i ;

μ → média geral;

T_i → efeito de tratamento nos níveis A e B;

TE_j → efeito de temperatura nos níveis 1 e 2;

T_xTE_{ij} → efeito da interação entre tratamento e temperatura;

e_{ij} → erro aleatório.

As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As modificações na metodologia convencional de extração de EE (Ensaio D), através de adaptações na quantidade de amostra, na quantidade de solvente e no tempo/temperatura, influenciaram na extração da gordura dos alimentos testados ($P < 0,001$; Tabela 1), sendo que o ensaio C foi o que apresentou resultados mais próximos a metodologia comumente utilizada nos laboratórios de nutrição animal (Ensaio D).

Tabela 1 – Teor de extrato etéreo dos alimentos obtido através de quatro ensaios diferentes¹ e valor de P².

Alimentos	Ensaio				CV ³
	A	B	C	D	
Capim Marandu ⁴	0,5900b	0,400a	0,711d	0,659c	1,50
Feno ⁵	0,655b	0,227a	0,829d	0,787c	1,53
Silagem de milho	2,490b	1,862a	3,009d	2,895c	2,04
Quirera de milho	3,443a	3,552a	3,97b	4,100b	3,06
Casca de soja peletizada	2,66d	0,266a	1,090b	1,311c	3,31
Casca de maracujá	0,768d	0,312c	0,239b	0,195a	2,13
Farelo de arroz	15,722a	15,760a	16,785b	16,991b	1,24
Farelo de soja	2,137d	0,957a	1,255b	1,573c	2,08
Grão de soja	27,161c	23,103a	24,731b	24,802b	0,88
Semente de girassol	46,524b	45,255a	45,096a	47,062b	0,65
Caroço de algodão	21,952b	24,929c	20,562a	21,033a	1,57
Torta da castanha do Brasil	34,582a	33,812a	35,575b	35,571b	1,12

Fonte: Elaborado pelo Autor

¹A = 50 mL de éter de petróleo/1 g de amostra/60°C; B = 50 mL de éter de petróleo/1 g de amostra/90°C; C = 100 mL de éter de petróleo/2 g de amostra/90°C; D = 100 mL de éter de petróleo/2 g de amostra/60°C; ²Valor de P para todas as amostras foi $< 0,001$; ³Coeficiente de variação; ⁴*Brachiaria brizantha* cv, Marandu; ⁵Feno de capim BRS Tamani (*Panicum maximum*). Diferentes letras na mesma linha são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Para os alimentos volumosos (capim Marandu, feno e silagem de milho), o ensaio C foi o que obteve maior teor de EE (0,711; 0,829 e 3,009 respectivamente), seguido do ensaio D, A e B. Os resultados obtidos para as amostras de capim Marandu e silagem de milho nos ensaios C e D foram semelhantes aos encontrados por Valadares Filho et al. (2010), com médias de 0,73% e 2,83% respectivamente.

Isso provavelmente se sucedeu devido a estes alimentos conterem maior quantidade de fibra, e observa-se que nos ensaios com maior quantidade de solvente e maior temperatura houve maior extração de EE. Sabe-se que a matriz celular dos vegetais fibrosos dificulta a extração de óleos, formando uma membrana semipermeável, onde, mesmo que moléculas

menores entrem nas células, parte das moléculas maiores (lipídios) não conseguem sair (KOMAREK; KOMAREK; LAYTON, 2004). Desta forma, a menor quantidade de éter nos ensaios A e B não foi suficiente para extrair, de forma eficaz, a gordura dos alimentos volumosos.

Em estudos realizados por Barbosa et al. (2017) e Silva et al. (2011), observou-se que a determinação de EE por métodos com altas temperaturas, obteve-se maior teor de gordura extraído, devido a esta maior temperatura possibilitar uma maior extração de pigmentos, porém em alimentos concentrados, não se observou maiores extrações com maiores temperaturas.

Para os ingredientes quirera de milho e farelo de arroz, os ensaios C e D não diferiram, entretanto, houve maior extração de EE do que os ensaios A e B. Estes resultados demonstram que, para estes ingredientes nos ensaios com 50 ml de éter e 1 g de amostra (A e B), a redução na quantidade de solvente e de amostra não extraiu a gordura de forma satisfatória, independentemente da temperatura utilizada.

Os resultados de EE encontrados para o milho foram semelhantes ao observado por Gomes e Simeone (2012), com média de 3,88%. Para o farelo de arroz, o resultado obtido corroborou com Valadares Filho et al. (2010), com média de 16,38% de EE. Em um experimento conduzido por Gomes e Simeone (2012), testando em alta temperatura (90°C) diferentes tempos de análises utilizando 200 ml de éter de petróleo, os autores verificaram que 30 minutos foi o tempo mais adequado para a extração; entretanto, foi utilizado o dobro da quantidade de solvente adotada na metodologia mais usual, o que pode não ser tão vantajoso uma vez que o éter de petróleo é um solvente caro e com venda controlada.

A casca de soja peletizada e o farelo de soja obtiveram um maior teor de EE no ensaio A seguido dos ensaios D, C e B. Para a casca de maracujá o ensaio A foi o que extraiu maior teor de EE, seguido dos ensaios B, C e D. Para o grão de soja também houve maior extração no ensaio A.

O resultado encontrado para a casca de soja corroborou com o encontrado por Rostagno (2011), com média de 2,86%. Em um experimento conduzido por Rocha Junior et al. (2003), os autores encontraram teor de EE para o farelo de soja semelhante, com 2,21%. Os valores encontrados para o farelo de soja e o grão de soja foram superiores aos encontrados por Mendes et al. (2004), com médias de 1,5% e 20,89% respectivamente. Para a casca de maracujá, os resultados obtidos corroboraram com Oliveira et al. (2002), os quais obtiveram média de 0,7%.

Os ensaios A e D foram os que extraíram uma maior percentagem de EE, nos alimentos, casca de soja e farelo de soja, mostrando que para estes alimentos, independentemente da quantidade da amostra e de solvente, a temperatura influenciou, a maior temperatura foi a que

obteve um menor teor extraído, o mesmo ocorreu para a semente de girassol, que obteve um maior teor extraído nos ensaios A e D. Amostras que entram em contato com solvente muito quente pode promover a sua decomposição, caso não seja acompanhado devidamente (TECNAL, 2017).

Porém, para a casca de maracujá e o caroço e algodão, independentemente da temperatura, as menores quantidade de amostra e de solvente (ensaios A e B) obtiveram maior percentagem de EE extraído, sendo que para estes alimentos 50 ml de solvente foi suficiente para extrair a gordura de forma satisfatória.

A torta da castanha do Brasil apresentou um maior teor de EE nos ensaios C e D, com média de 35,57% de EE para ambos ensaios. Este resultado corroborou com o encontrado na literatura, com média de 35,7% de EE (COHEN; CHISTE; MATHIAS, 2006). Todavia, Ferreira et al. (2006) encontraram média de 19,17% e, Souza e Menezes (2004), 25,13% de EE. Isso mostra que a concentração de nutrientes presentes em coprodutos é variável, pois depende do processo que sofreu para o seu beneficiamento. É importante observar também que a menor quantidade de éter (50ml) não foi suficiente para extrair toda a gordura da torta da castanha do Brasil, provavelmente devido ao seu alto teor de EE.

Os resultados encontrados pelo ensaio tradicional estão de acordo com os citados pela literatura, mostrando que as análises realizadas no laboratório são confiáveis, e entre as modificações utilizadas o que mais se aproximou foi o ensaio C.

Tabela 2 – Interações significativas para maior extração de EE entre tratamento (A e B)¹ e temperatura (60 e 90°C).

Variáveis	60°C	90°C
Capim Marandu ²	B	B
Feno ³	B	B
Silagem de milho	B	B
Casca de soja peletizada	A	B
Casca de maracujá	A	A
Farelo de soja	A	B
Grão de soja	A	B
Semente de girassol	B	ns ⁴
Caroço de algodão	A	A

Fonte: Elaborado pelo Autor

¹Tratamento A → 50 ml de éter de petróleo e 1 g de amostra; B → 100 ml de éter de petróleo e 2 g de amostra;

²*Brachiaria brizantha* cv, Marandu; ³Feno de capim BRS Tamani (*Panicum maximum*); ⁴não significativo.

Pode-se observar que, para o Capim Marandu, feno e silagem de milho, em ambas as temperaturas (Tabela 2), o ensaio que mais extraiu foi o que utilizou 100 ml de éter de petróleo

e 2 g de amostra, reforçando o que foi discutido anteriormente; que para estes alimentos volumosos, 50 ml de solvente e 1 g de amostra não extrai de forma satisfatória.

Para os alimentos casca de soja peletizada, farelo de soja e grão de soja, na temperatura 60°C, o tratamento A foi o que mais extraiu, já à 90°C atribui-se maior extração de gordura ao ensaio B, isso permite dizer que, na menor temperatura (60°C), 50 ml de solvente e 1 g de amostra é suficiente para extrair de forma satisfatória a gordura dos alimentos. Já na maior temperatura (90°C), seria necessária uma maior quantidade de solvente e amostra. Pois o ensaio B tem um tempo de extração menor (2 horas) em relação ao ensaio A (4 horas), com isso, a amostra ficou um menor tempo em contato com o solvente, sendo assim, necessário uma maior quantidade de solvente, para que seja extraído de forma eficaz.

De acordo com alguns autores, para períodos de análises mais curtos, é interessante utilizar maiores quantidades de solvente, pois, quanto mais imersa estiver a amostra, maior será a eficácia do mesmo, possibilitando maior gradiente de concentração de óleo entre o solvente e amostra (BRUM; ARRUDA; REGITANO-D´ARCE, 2009).

De forma geral, através das interações entre tratamento e temperatura, verifica-se que a maior influência na extração de gordura ocorre devido à quantidade de solvente e quantidade de amostra, uma vez que, para alguns alimentos, a temperatura não foi fator determinante para uma maior extração de EE; e sim a quantidade de solvente, visto que houve mais interação para o ensaio com mais éter de petróleo (100 ml). A quantidade de gordura presente na amostra, juntamente com a quantidade de solvente, também interagiu para essa extração; como no caso da casca de maracujá, ingrediente com menor teor de EE. Verifica-se que, independentemente da temperatura, 50 ml de éter de petróleo foi suficiente para uma maior extração, possivelmente devido ao baixo teor de EE presente na casca de maracujá.

As modificações na metodologia tradicional influenciaram no teor de lipídio extraído de alguns ingredientes utilizados na alimentação animal. O ensaio que mais se aproximou da metodologia convencional foi o ensaio C, com 100 ml de solvente, 2 g de amostra e temperatura inicial de 90°C, comprovando que as quantidades de solvente e amostra são determinantes para uma maior extração de gordura, independentemente da temperatura utilizada.

5 CONCLUSÃO

O ensaio que mais se aproximou da metodologia convencional foi o C. Portanto, o ensaio convencional pode ser modificado de 60°C a 90°C, passar a utilizar o ensaio C, com 100 ml de éter de petróleo, 2 g de amostra, 90°C de temperatura inicial e duas horas de análise, que reduziria o tempo de análise e de uso do equipamento. Para melhores resultados, é interessante se realizar mais análises, com diferentes quantidades de solvente, a fim de se reduzir o custo com as análises de EE.

REFERÊNCIAS

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARD, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. v.1. São Paulo: Nobel, 2002. 395 p.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia, Washington: Arlington, 1990. 1298 p.

BARBOSA, M. M.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, K. S. C.; FRANCO, M. O.; BATISTA, E. D.; ROCHA, G. C. Evaluation of methods for the quantification of ether extract contents in forage and cattle feces. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**. 89 (2). p. 1295-1303, 2017.

BARLETTA, R. V. **Grão de soja cru e integra na alimentação de vacas leiteiras**. 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado em nutrição e produção animal), Universidade de São Paulo, Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2010.

BASTOS, F. J. F. **Desempenho de frangos de corte criados em galpões de pressão negativa e dark house com diferentes níveis de energia na dieta**. 2015. 61 p. Tese (Doutorado em Biociência Animal.), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Recife, 2015.

BEITZ, D. C. Metabolismo lipídico. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 412- 429.

BERG, L. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. Tradução MOREIRA, A. J. M. S. et al. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 1114 p.

BERNAL, F. E. M.; BAIÃO, N. C. Efeito dos níveis de energia da ração sobre o desempenho e o teor de gordura na carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 5, Art. 9, p. 595-606, 1996.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 450 p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. 3. Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003. 238 p.

BOSQUILHA, G. E. **Minimanual compacto de química: teoria e pratica**. São Paulo: Rideel, 1999. 707 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Consulta Pública nº 85, de 17 de dezembro de 2004. Estabelece o Regulamento Técnico Para Óleos e Gorduras Vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 de dezembro de 2004b. Disponível em <<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B8994-1-0%5D.pdf>> acesso em 22 de Junho de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 8 de 26 de março de 2004. Estabelece a Proibição do Fornecimento de Produtos de Origem Animal Para animais Ruminantes. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de março de 2004a, disponível em <<https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-77-23-2004-03-25-8>> Acesso em: 03 de Julho de 2018.

BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**. vol.32. n. 4. São Paulo, 2009.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada**. Tradução DALMAZ, C. et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 533 p.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos na análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003. 208 p.

COHEN, K. O.; CHISTE, R. C.; MATHIAS, E. A. **Elaboração de farinha de mandioca adicionada farinha de castanha-do-brasil**. Comunicado Técnico 177, EMBRAPA, Belém-Pará, 2006. 9 p.

CORSINO, J. **Bioquímica**. Campo Grande, MS: UFMS, 2009. 213 p.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FOLHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análises de Alimentos**, Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012, 214p.

DUARTE, L. M. A.; STUMPF JÚNIOR, W.; FISCHER, V.; SALLA, L. E. Efeito de Diferentes Fontes de Gordura na Dieta de Vacas Jersey sobre o Consumo, a Produção e a Composição do Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2020-2028, 2005.

EZEQUIEL, J. M. B.; GONÇALVES, J. S. Princípios e conceitos na nutrição animal. In: MUNIZ, E. V.; GOMIDE, C. A. M.; RANGEL, J. H. A.; ALMEIDA, S. A.; SÁ, C. O.; SÁ, J. L. **Alternativas alimentares para ruminantes II**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. p. 17-51.

FERREIRA, E. S.; SILVEIRA, C. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA AMÊNDOA, TORTA E COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS MAJORITÁRIOS DO ÓLEO BRUTO DA CASTANHA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). **Alimentos e Nutrição**. Araraquara. v. 17, n. 2, p.203-208, 2006.

GOES, R. H. T. B.; LIMA, H. L. **Técnicas laboratoriais na análise de alimentos**. Dourados-MS: UFGD, 2010. 52 p.

GOES, R. H. T. B.; SILVA, L. H. X.; SOUZA, K. A. **Alimentos e alimentação animal**. Dourados: UFGD, 2013. 79 p.

GOMES, P. C.; SIMEONE, M. L. F. **Determinação rápida de extrato etéreo utilizando extrator a alta temperatura**. Sete Lagoas – MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2012. 4 p. (Comunicado Técnico no. 2002).

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA P. D. S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 568 p.

KOMAREK, R. J.; KOMAREK, A. R.; LAYTON, B. Evolution Of The Rapid, High-Temperature Extraction Of Feeds, Foods. And Oilseeds By The ANKOM^{XT20} Fat Analyzer To Determine Crude Fat Content.in: LUTHRIA, D. L. **Oil Extraction and Analysis: Critical Issues and Comparative Studies**. Champaign, Illinois: OACS PRESS,2004. p. 45-74. Disponível em < <https://pt.scribd.com/document/361177696/Oil-Extraction-and-Analysis-Critical-Issues-and-Competitive-Studies>> acesso em 28 de Setembro de 2018.

LANA, R. P. L. **Nutrição e alimentação animal: mitos e realidade**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 344 p.

LEHNINGER, NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. Tradução SIMÕES, A. A. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202 p.

LEWIS, L. D. **Alimentação e cuidados do cavalo**. São Paulo: Roca, 1985. 248 p.

LÓPEZ, S. E.; LÓPEZ, J. Suplementação lipídica para vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 11, n.1-2, p.103-112, 2005.

MANNO, M. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, W. P.; LIMA, K. R. S.; VAZ, ROBERTA, G. M. V. Efeito da Temperatura Ambiente sobre o Desempenho de Suínos dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1963-1970, 2005

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 360 p.

MATTOS, F; ARAÚJO, K. V.; LEITE, G. G.; GOULART, H. M. Uso de óleo na dieta de equinos submetidos ao exercício. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1373-1380, 2006.

MEDEIROS, S. R.; ALBERTINI, T. Z.; MARINO, C. T. Lipídios na nutrição de ruminantes. In; MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília- DF: EMBRAPA, 2015. p. 63-76.

MENDES, W.S.; SILVA, I.J.; FONTES, D.O.; RODRIGUEZ, N.M.; MARINHO, P.C.; SILVA, F.O.; AROUCA, C.L.C.; SILVA, F.C.O. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 207-213, 2004.

MONTARDO, O. V. **Alimentos e alimentação do rebanho leiteiro**. Guaíba-RS: Agropecuária, 1998. 211 p.

MORAES, S. A.; COSTA, S. A. P.; ARAUJO, G. G. L. Nutrição e exigências nutricionais. In: VOLTOLINI, T. V. **Produção de caprinos e ovinos no semiárido**. Petrolina: Embrapa semiárido, 2011. p. 165-200.

MORGADO, E.; GALZERANO, L. Utilização de óleos em dietas de equinos. **REDVET**. Maringá, v. 7, n. 10, 2006, Disponível em < <http://www.redalyc.org/html/636/63617167004/>> acesso em 13 de Maio de 2018.

MOTTA, V. T. **Bioquímica básica**. São Jose dos Pinhais: Autolab analises Clinicas Ltda. 2003. 365 p.

NUNES, I. **Nutrição animal básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, 1998. 387 p.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; PAULA CECÍLIA DO NASCIMENTO RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol. 22, n. 3. Campinas, 2002.

OLIVEIRA, R. L.; ASSUNÇÃO, D. M. P.; BARBOSA, M. A. A. F.; LADEIRA, M. M.; SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, R. L. Desempenho produtivo e custos com alimentação de novilhos bubalinos alimentados com dietas com diferentes fontes de lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa v. 36, n. 3, p.727-732, 2007.

PALMQUIST, D. L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. v. 7. 5. ed. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 321-337.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p. 299-322.

PASTORE, S. C. G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. Formulação de rações e boas práticas de fabricação. In: FRACALOSS, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013. p. 295-345.

PAULINO, W. R. **Biologia atual: Citologia e histologia**. v.1, 1997. 325p.

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; CARVALHO E. M. Níveis de Óleo e Adição de Complexo Enzimático na Ração de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.

RAVEN, P. H.; EVERTE, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 380 p.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; BORGES, A. M.; MAGALHÃES, K. A.; C.; FERREIRA, C. C. B.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F. Determinação do Valor Energético de Alimentos para Ruminantes pelo Sistema de Equações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 73-479, 2003

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológica de alimentos**: métodos físicos, químicos e bromatológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 177 p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2011. 252 p.

SALMAN, A. K. D.; OSMARI, E. K.; SANTOS, M. G. R. **Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2011. 24 p. (Documento no. 145).

SANTOS, A. D. F.; TORRES, C. A. A.; RENNÓ, F. P.; DRUMOND, M. R. S.; FREITAS JÚNIOR, J. E. Utilização de óleo de soja em rações para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1363-1371, 2009.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. Tradução OPPIDO, T; FINGER, C. 5. ed. São Paulo: Santos, 2002. 611 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, M. G. C. M.; DINIZ, C. R.; ROSADO, A. C. **Criação racional de caprinos**. Lavras: UFLA, 2015. 98 p.

SILVA, P.T.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, K. S. C.; BARROSA, L. V.; MARTINS, S. C. V.; MORAIS, L. E.; COSTA, V. A. C. Evaluation of total and non-fatty ether extract in feeds and cattle feces using two analytical methods. **Animal Feed Science and Technology**. Volume 163, Issues 2–4, 2011, p. 111-117.

SOUZA, A. R. D. L.; MEDEIROS, S. R.; MARIA DA GRAÇA MORAIS, M. G.; OSHIRO, M. M.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. Dieta com alto teor de gordura e desempenho de tourinhos de grupos genéticos diferentes em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p.746-753, 2009.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1. p. 120-128, 2004.

TECNAL. **Soxhlet ou Goldfisch**. Piracicaba – SP: 2017. Disponível em: <<http://Goldfischnacional.gr8.com/#section-4mxjn>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileira de composição de alimentos para bovinos**. 3. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2010. 502 p.

VERUSSA, G. H. Uso de lipídios na nutrição de suínos. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, v. 12, n. 5, p. 4288-4301, 2015. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/329_-_4288-4301_-_NRE_12-5_set-out_2015.pdf> Acesso em: 06 de Junho de 2018.

VILELA, D.; ALVIM, M. J.; MATOS, L. L.; MATIOLLI, J. B. Utilização de gordura protegida durante o terço inicial da lactação de vacas leiteiras em pastagem de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1503-1509, 2002.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de bioquímica: a vida em nível molecular**. Tradução RODRIGUES, J. J. S. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 1241 p.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord), **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.