



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JULIANA DA SILVA MONTEIRO**

**CONTROLE DE QUALIDADE DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS**  
**UTILIZADAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

**FORTALEZA**

**2023**

JULIANA DA SILVA MONTEIRO

CONTROLE DE QUALIDADE DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS  
NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de  
Ciências Agrárias da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andréa Pereira Pinto.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M777c Monteiro, Juliana da Silva.  
Controle de qualidade das principais matérias-primas utilizadas na alimentação animal / Juliana da Silva Monteiro. – 2023.  
40 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Profa. Dra. Andrea Pereira Pinto.

1. Análises. 2. Estratégias. 3. Nutrição. I. Título.

CDD 636.08

---

JULIANA DA SILVA MONTEIRO

CONTROLE DE QUALIDADE DAS PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS  
NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de  
Ciências Agrárias da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em 19/06/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa Pereira Pinto (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Luiz Euquerio de Carvalho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Guimarães Pimentel  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, que sempre foi meu alicerce, guiou os meus passos, escutou cada oração silenciosa e esteve comigo nos momentos em que eu acreditei serem difíceis demais.

À Universidade Federal do Ceará que me proporcionou tantas oportunidades, aprendizagens e vivências, me preparando para exercer minha profissão lá fora.

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andréa Pereira, por ter ministrado a disciplina de Alimentos e Alimentação Animal, onde pude ter fundamento para escolher o tema do meu trabalho e por ter aceitado o convite para ser minha orientadora, sendo uma pessoa incrivelmente solícita e prestativa.

Ao Prof. Dr. Luiz Euquerio, que apesar de não saber, marcou de maneira extremamente positiva minha trajetória acadêmica e por ter sido um professor que, sem obrigação nenhuma, enxergou o melhor em mim e me inspirou em decisões importantes. Agradeço também por ter aceitado o convite de fazer parte da minha banca, um momento tão importante da minha trajetória acadêmica.

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Patrícia Pimentel, por ter aceitado fazer parte da minha banca e por tanto ter me ensinado nas disciplinas de Fisiologia da digestão, Caprinocultura de leite, Exterior e julgamento de animais domésticos e Bubalinocultura, e se tivessem mais disciplinas com ela, com certeza eu teria feito.

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Francislene Sucupira, que foi a primeira professora que eu tive contato além da sala de aula, e em um momento delicado de pandemia. Sempre muito prestativa e maravilhosa, aceitando ser minha orientadora pedagógica no primeiro e último estágio.

Ao José Clécio, que durante esses cinco anos resolveu todas as minhas solicitações na coordenação (que não foram poucas) e sempre me ajudou em tudo.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia por serem tão capacitados e por contribuírem para minha formação profissional.

A Zootecnista Rebeca Horn, uma profissional incrível e uma orientadora técnica maravilhosa nos meus estágios finais, que me ensinou tanto e me mostrou com seu trabalho a importância da nossa profissão no setor de alimentação animal, que é a base de todos os sistemas produtivos.

Aos grupos de estudo GRECO e GEPEq, dos quais fui membro, podendo aprender e trocar conhecimentos com os demais participantes.

Ao meu pai Pedro e minha mãe Socorro, que me educaram no caminho certo, por terem sido meu alicerce, por sempre acreditarem no meu potencial, apoiando cada decisão que tomei ao longo da vida. Obrigada, souberam me preparar para o mundo com os ensinamentos e experiências de vida de vocês. Vocês foram extremamente presentes e incentivadores dos meus sonhos.

Aos meus irmãos Pedro Henrique, Natiele e Anderson por estarem comigo durante toda a minha vida e por me incentivarem a ir atrás dos meus sonhos. Foi extremamente maravilhoso e prazeroso crescer com vocês e compartilhar cada descoberta e etapa importante da vida um do outro.

Ao meu namorado Lucas, que me acompanhou durante todo esse tempo e que soube entender cada ausência. Obrigada por acreditar em mim e estar disposto a enfrentar o mundo comigo.

Ao meu grande amigo e parceiro de curso Gabriel Lucas da Justa, que tornou minha trajetória menos árdua e mais feliz. Juntos preparamos seminários, estudamos para as provas, viajamos para estágio e compartilhamos experiências incríveis e indescritíveis. Você foi meu grande chapa durante esses cinco anos. Torço demais pelo nosso sucesso!

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse estar aqui hoje.

## RESUMO

O setor de alimentação animal é um ramo altamente lucrativo que leva, a cada ano, um aumento no número de estabelecimentos que produzem rações no Brasil. Atualmente, o fornecimento de produtos seguros aos animais, isentos de contaminantes e nutricionalmente eficientes é uma exigência dos consumidores. Além do conhecimento dos requisitos básicos para uma fábrica de ração produzir alimentos para os animais, existem padrões de qualidade estabelecidos para os principais ingredientes utilizados na alimentação animal. Para garantir a qualidade das matérias-primas é necessário conhecer os teores nutricionais, identificar os problemas relacionados ao armazenamento e realizar análises que ajudarão no controle de qualidade da produção. Os procedimentos descritos são importantes para que o nutricionista possa formular uma ração balanceada para os animais, promovendo o máximo desempenho e a melhor conversão alimentar. Dessa forma, objetivou-se, com essa revisão, apresentar as principais análises e estratégias que devem ser realizadas para garantia de qualidade das principais matérias-primas utilizadas na alimentação animal. Desse modo, busca-se que nutrientes sofram o mínimo de variação possível antes de finalmente comporem a ração dos animais, para que estes respondam em termos de crescimento, ganho de peso e conversão alimentar.

**Palavras-chave:** análises; estratégias; nutrição.

## **ABSTRACT**

The animal feed sector is a highly profitable branch that leads, every year, to an increase in the number of establishments that produce animal feed in Brazil. Currently, providing safe, contaminant-free and nutritionally efficient products to animals is a consumer demand. In addition to knowing the basic requirements for a feed mill to produce animal feed, there are quality standards established for the main ingredients used in animal feed. In order to guarantee the quality of the raw materials, it is necessary to know the nutritional contents, to identify problems related to storage and to carry out analyzes that will help in the quality control of the production. The described procedures are important so that the nutritionist can formulate a balanced feed for the animals, promoting maximum performance and the best feed conversion. Thus, the aim of this review was to present the main analyzes and strategies that must be carried out to guarantee the quality of the main raw materials used in animal feed. In this way, it is sought that nutrients undergo as little variation as possible before finally composing the animals' feed, so that they respond in terms of growth, weight gain and feed conversion.

**Keywords:** analyzes; nutrition; strategies.

.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REQUISITOS BÁSICOS PARA UM ESTABELECIMENTO PRODUIR ALIMENTOS PARA ANIMAIS .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>PRINCIPAIS ALIMENTOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Milho grão .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Sorgo .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b>Trigo.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4</b>	<b>Soja.....</b>	<b>15</b>
<b>3.5</b>	<b>Algodão .....</b>	<b>16</b>
<b>3.6</b>	<b>Girassol.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>CONTROLE DE QUALIDADE DOS INGREDIENTES .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Recebimento da matéria-prima.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2</b>	<b>Análises rápidas realizadas na matéria-prima .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Umidade .....</i></b>	<b>20</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Matérias estranhas e impurezas .....</i></b>	<b>21</b>
<b>4.2.3</b>	<b><i>Classificação dos grãos de milho segundo a Instrução Normativa n° 60 .....</i></b>	<b>22</b>
<b>4.2.4</b>	<b><i>Classificação dos grãos de soja segundo a Instrução Normativa n° 11 .....</i></b>	<b>23</b>
<b>4.2.5</b>	<b><i>Classificação dos grãos de sorgo segundo a Portaria n° 268.....</i></b>	<b>24</b>
<b>4.2.4</b>	<b><i>Teste de urease qualitativo .....</i></b>	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>Análises bromatológicas.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Determinação da matéria seca .....</i></b>	<b>27</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>Cinzas ou matéria mineral .....</i></b>	<b>27</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>Extrato etéreo.....</i></b>	<b>27</b>
<b>4.3.4</b>	<b><i>Proteína bruta .....</i></b>	<b>28</b>
<b>4.4</b>	<b>Análises via NIR.....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>PROBLEMAS RELACIONADOS COM A ARMAZENAGEM DOS GRÃOS .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1</b>	<b>Efeitos das principais micotoxinas nas diferentes espécies .....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pecuária é uma atividade de grande representação no Brasil por contribuir fortemente com a economia. Para a atividade ser lucrativa, os animais precisam atingir desempenho máximo, o que pode ser alcançado principalmente através da alimentação. Nesse sentido, em virtude do interesse do produtor em fornecer rações balanceadas aos animais, tem crescido o número de fábricas de rações no Brasil (CUSTÓDIO *et al.*, 2005).

Os alimentos que entram na dieta dos animais precisam suprir, em termos de quantidade e qualidade, as exigências nutricionais da espécie, que variam conforme a idade, a fase de desenvolvimento e o nível de produção (ANDRIGUETTO *et al.*, 2002). Quando a indústria adota procedimentos de controle de qualidade, além de reduzir os custos relacionados aos desperdícios, consegue otimizar a produção, agregando valor aos seus produtos por meio de um sistema produtivo eficaz (OLIVEIRA; BORGES, 2018).

A preocupação do consumidor com a qualidade e redução dos riscos à saúde é uma tendência crescente em todos os ramos da produção de alimentos, dentre as quais se destaca, a armazenagem e manipulação dos produtos e matérias primas (PILECCO *et al.*, 2012). A qualidade da matéria-prima e dos subprodutos é fundamental na fabricação de rações, o que leva as fábricas a buscarem sempre a obtenção de produtos de qualidade com fornecedores idôneos, como forma de evitar possíveis problemas que possam interferir no desempenho dos animais. Assim, é possível garantir que as exigências nutricionais, determinadas para a espécie e categoria animal, serão supridas e que o produto final estará dentro dos padrões pré-estabelecidos pela empresa (BEUS, 2017).

A qualidade na produção de alimentos destinados aos animais, consiste em um requisito de âmbito legal para todos os estabelecimentos produtores de ração, as boas práticas de fabricação (BPF) são procedimentos de produção que visam o cumprimento das mínimas condições higiênico sanitárias para esses estabelecimentos (PEREIRA; MACHADO; NORONHA, 2015).

Importante salientar que esses procedimentos devem ser planejados por uma equipe treinada para sua implantação e monitoramento, baseando-se nos procedimentos de fabricação, denominados Procedimentos Operacionais Padrões (POPs). O POP descreve minuciosamente os procedimentos operacionais de todos os setores da fábrica, englobando a recepção das matérias-primas e armazenamento, os processos de fabricação como mistura e tratamentos, a embalagem do produto e armazenamento das rações (PEREIRA; MACHADO; NORONHA, 2015). O manual contendo todos os POPs, relativos a cada fase do processo de produção, deve

ficar disponível aos funcionários da empresa, bem como aos fiscais agropecuários do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Luz e Oliveira (2019) ressaltam que a indústria de alimentação animal, ao implantar as regras de segurança dos alimentos, atende a pressão legal e traz melhorias à imagem da empresa pela preocupação com a fabricação de produtos seguros e de qualidade.

Dessa forma, objetivou-se com a presente revisão bibliográfica, abordar a importância do controle de qualidade das principais matérias-primas mais utilizadas na alimentação animal, que são a base da alimentação da maioria das espécies domésticas. Ao monitorar a qualidade, é possível atender as exigências nutricionais das espécies, produzindo ração isenta de substâncias e microrganismos que possam ser nocivos à saúde dos animais, bem como, à saúde humana.

## **2 REQUISITOS BÁSICOS PARA UM ESTABELECIMENTO PRODUZIR ALIMENTOS PARA ANIMAIS**

Para uma fábrica de ração ser eficaz, o seu projeto deve permitir racionalidade, simplicidade, visibilidade, trabalho multifuncional, flexibilidade, velocidade e confiabilidade. Ademais, as máquinas e os equipamentos devem atender as necessidades do projeto, fornecendo, no mínimo, automação na dosagem e mistura. Aliados a isso, uma boa administração é fundamental para a formação de uma equipe de trabalho capaz de garantir a realização dos procedimentos de limpeza, organização, desinfecção, diagnóstico de riscos e controle dos processos (KLEIN, 1999).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define, através da Instrução Normativa nº 4 (MAPA, 2007a), de 01 de março de 2007, o regulamento técnico sobre as condições higiênico sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal, fornecendo, também, o roteiro de inspeção. A instrução normativa (IN) fornece todas as instruções relacionadas a localização; instalações; equipamentos e utensílios; limpeza, desinfecção e lubrificação; bem como os requisitos higiênico sanitários do pessoal e da produção. Além disso, a IN orienta que devem ser implementados no mínimo nove Procedimentos Operacionais Padrões no controle de qualidade da empresa.

Segundo a Instrução Normativa nº 4 (MAPA, 2007a), artigo 4, os estabelecimentos destinados a produção de alimentos para animais devem estar localizados em regiões isentas de odores indesejáveis e contaminantes, fora de áreas com risco de inundações e alojamento de pragas, distante de outras atividades industriais que prejudiquem a qualidade dos produtos ou com medidas de controle e segurança para evitar a contaminação dos alimentos, de pessoas e do meio ambiente.

As instalações devem ser de construção sólida e com materiais adequados, de modo que não apresente riscos, permitindo o controle eficiente de pragas, contaminantes ambientais e de outros fatores que possam ocasionar dano ao produto. As instalações e equipamentos devem estar bem dispostos para limpeza adequada. O projeto de construção deve permitir a separação, por áreas, setores ou outros meios eficazes, para evitar contaminação cruzada (MAPA, 2007a).

Ainda no artigo 4, observamos que nas áreas em que os alimentos são processados, os pisos precisam ser de material resistente, exatamente para facilitar a drenagem e limpeza. Devem ser evitados ralos na área de produção, mas, se forem necessários, utilizar do tipo sifão

ou similar, que possuem fechamento para impedir a formação de poças. Caneletas são permitidas somente se forem indispensáveis, devendo, neste caso, serem lisas com declive para o sifão ou similar.

O piso deve ser impermeável nas áreas que armazenam ou manipulam produtos úmidos. As paredes e as divisórias devem ser lisas, sem frestas ou rachaduras, facilitando a limpeza e higienização. O teto e instalações aéreas devem ser construídos ou revestidos para impedir o acúmulo de sujeira e formação de mofo, além de serem de fácil limpeza (MAPA, 2007a).

Janelas, portas ou outras aberturas, devem ser de fácil limpeza e evitar o acúmulo de sujeira. Aberturas que se comunicam com o exterior devem possuir proteção contra pragas, devem ser de fácil limpeza e boa conservação (MAPA, 2007a).

Escadas, elevadores de serviço, monta-cargas e estruturas auxiliares, como plataformas, escadas de mão e rampas, devem ser posicionadas de modo a não causar nenhum tipo de contaminação. Nas áreas de elaboração dos produtos, todas as estruturas e acessórios suspensos devem ser instalados de forma que não dificultem as operações de limpeza, evitando a contaminação direta ou indireta das matérias-primas, dos produtos e das embalagens (MAPA, 2007a).

Dessa forma, observa-se que a legislação, através da IN nº. 4 fornece todo o embasamento necessário para garantir a qualidade das rações destinadas à produção animal, prevenindo, dessa forma, que haja contaminação dos produtos oriundos desses animais, destinados ao consumo humano.

### 3 PRINCIPAIS ALIMENTOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

O setor de alimentação animal, além de ser responsável por movimentar a indústria que fornece os insumos, como vitaminas, aminoácidos e microingredientes, absorve 65% da produção nacional de milho e 45% da oferta de farelo de soja. Entretanto, existe uma diversidade de ingredientes, de origem vegetal, além do milho e do farelo de soja, que podem ser incluídos no balanceamento da ração, por exemplo, os grãos e farelos de algodão, amendoim, arroz, girassol, milheto, sorgo, coco e canola, bem como os subprodutos da indústria e destilaria (BUTOLO, 2002).

Como opções de alimentos energéticos, que possuem um teor de proteína bruta abaixo de 20%, para serem utilizados na alimentação animal, temos o milho, sorgo, trigo, aveia, cevada e centeio, juntamente com os seus subprodutos. Mandioca, batata, raízes e tubérculos também são alternativas de ingredientes energéticos, além dos subprodutos da indústria como melão e polpa cítrica. Como alimentos proteicos, com teor de proteína bruta acima de 20%, podemos destacar aqueles que são oriundos de oleaginosas, como é o caso da soja, algodão, coco, amendoim e girassol (LANA, 2007).

#### 3.1 Milho grão

O milho (*Zea mays* L.) pertencente à família Gramineae/Poaceae, é a principal fonte energética e aminoacídica na alimentação de aves e suínos, portanto, é um dos cereais mais importantes produzidos no mundo. É bastante palatável, sendo rico em provitamina A, caroteno e xantofila, o que caracteriza a pele amarela pigmentada nos frangos e na gema do ovo. Também é rica em fósforo, entretanto, possui baixo teor de cálcio (BUTOLO, 2002).

Praticamente todos os continentes produzem o grão, tendo seu principal destino a alimentação animal. É um excelente ingrediente energético por ser composto, principalmente, por carboidratos como o amido e lipídeos, no caso do óleo (PAES, 2006). O grão de milho possui aproximadamente 61% amido, 19% glúten, 4% gérmen e 16% água (GOES; SILVA; SOUZA, 2013).

O grão do milho, apesar de possuir quantidades significativas de pró-vitamina A (beta- -caroteno) e pigmentantes (xantofila), apresenta baixos teores de triptofano, lisina, cálcio, riboflavina, niacina e vitamina D, contendo somente 9% de proteína bruta na matéria seca. Na ração de bovinos, por exemplo, ele pode ser fornecido em até 70%, de modo que, conforme aumenta-se a sua inclusão, deve-se aumentar a textura da moagem. Para suínos e aves,

utilizando uma moagem mais fina, a quantidade pode chegar até 80% da ração e no caso de cavalos e ovinos, pode ser fornecido o grão inteiro (LANA, 2007).

No grão de milho, a maior parte do amido é encontrado na forma de amilose (27%) e amilopectina (73%), tornando-o um ingrediente de alto valor energético que é facilmente digerível para os animais. A principal proteína em sua composição é a zeína, que corresponde a 50% do total existente no grão. No entanto, essa proteína é pobre em aminoácidos essenciais, especialmente triptofano e lisina. Portanto, no caso de dietas para animais não ruminantes com altas concentrações de milho, estes aminoácidos devem ser adicionados (BUTOLO, 2002).

Para se obter um grão com qualidade, alguns cuidados são imprescindíveis desde sua produção, colheita e armazenamento, portanto, boas práticas de colheita, limpeza, secagem, combate a insetos e prevenção de fungos, devem ser adotados para que os grãos de milho possam ser armazenados por um longo período, sem causar grandes perdas na qualidade. Pois, fatores como temperatura, umidade, ataque de lagartas e pássaros à espiga do grão no campo, pragas, fungos e insetos, deixam os grãos armazenados sujeitos a perdas e deterioração (SANTOS, 2006).

Santos (2006) ressalta ainda que os insetos são a principal causa de perdas durante o armazenamento, como é o caso do *Sitophilus zeamais*, popularmente conhecido por caruncho ou gorgulho e a traça dos cereais, *Sitotroga cerearella*, que provocam perdas no peso dos grãos, no valor nutritivo, no padrão comercial e geram mudanças no odor e sabor. Além disso, os fungos, que atacam os grãos com umidade acima de 20% antes da colheita, também possuem sua parcela de responsabilidade na deterioração e perdas, principalmente os *Fusarium*, e *Helminthosporium*. Entretanto, mesmo com todos os cuidados antes da colheita para se reduzir o risco de contaminação com fungos, existem outros fungos, que contaminam os grãos após a colheita, e conseguem viver associados a grãos com teor de umidade entre 13 e 13,5% e temperaturas acima de 25°C, que são os *Aspergillus* e *Penicillium*. Faz-se necessário, portanto, conhecer, de acordo com cada ingrediente, quais as possíveis fontes de contaminação que podem ocorrer em cada fase do processo, desde a produção do grão até a ração, para que se possa implementar de forma eficiente o controle de qualidade.

Entretanto, não é só na forma de grão que o milho é usado na alimentação animal, também pode ser utilizado, por exemplo, na forma de silagem e como milho desintegrado com palha e sabugo, na alimentação de ruminantes e herbívoros (LANA, 2007).

### 3.2 Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), é o quinto cereal mais importante no mundo para a produção de alimentos, ficando atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada. Nos Estados Unidos, Austrália, América do Sul e África, é um importante componente da alimentação animal (BUTOLO, 2002). É uma cultura que se adapta bem às diversas regiões, inclusive aquelas com deficiência hídrica, condição desfavorável à maioria dos outros cereais, permitindo que ele se desenvolva em regiões com distribuição irregular de chuvas (TARDIN; RODRIGUES, 2008).

O principal componente do sorgo é o amido, que está na faixa de 63%, onde 70 a 80% é de amilopectina e 20 a 30% de amilose. Apresenta 3% de extrato etéreo, 9,5% de proteína e 78% de nutrientes digestíveis totais (RODRIGUES *et al.*, 2015). Dessa forma, por ser um alimento energético alternativo, vem sendo utilizado para substituir o milho na dieta dos animais, reduzindo o custo com a alimentação. As características nutritivas dos grãos de sorgo são muito semelhantes à do milho, apresentando alta adaptabilidade aos diversos solos e climas brasileiros, inclusive aqueles com deficiência hídrica. A silagem do grão de sorgo reidratado, por exemplo, é uma opção alternativa que pode ser utilizada na alimentação animal para reduzir os custos do sistema de produção, uma vez que é uma boa fonte de energia e vitaminas (FAUSTINO *et al.*, 2018).

Não se observa muita variedade na composição química bromatológica das plantas de sorgo, com relação a proteína, amido e lipídios, entretanto, algumas podem apresentar compostos fenólicos, como o tanino condensado, que é um fator antinutricional principalmente para os animais não ruminantes. Esses compostos polifenóis são metabólitos secundários, e não participam das vias metabólicas responsáveis pelo crescimento e reprodução, portanto, sua presença e natureza varia bastante. Quando presente no grão de sorgo, o tanino se complexa com as proteínas, provocando diminuição na sua digestibilidade e, prejudicando a palatabilidade do alimento, sendo, portanto, um fator limitante para uso na dieta de animais não ruminantes (BUTOLO, 2002).

Existem variedades de sorgo com baixo teor de compostos fenólicos, como o híbrido BRS 310, por exemplo, que apresenta alto rendimento de grãos e boa adaptabilidade ao ambiente, seja ele favorável ou não (SANTOS *et al.*, 2004).

### 3.3 Trigo

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma cultura cultivada em diversas regiões do mundo, contabilizando, aproximadamente, 30% da produção mundial de grãos, estando presente em mais de 17% de terra cultivável. Pode ser utilizado na alimentação animal na forma de forragem, através do pastejo direto, na composição da ração e na alimentação direta (BORÉM; SHEEREN, 2015).

É um cereal com grande potencial de uso na alimentação animal, podendo utilizar para o pastejo, ou na forma de silagem, como uma alternativa complementar ao uso das silagens de milho e sorgo, comumente utilizadas na alimentação de ruminantes. Entretanto, quando for utilizado para confecção de silagem, visando reduzir os riscos de problemas e lesões no trato digestivo dos animais, é importante que o produtor escolha um cultivar que não possua aristas, pois essas estruturas pontiagudas podem lesionar o trato gastrointestinal (PORTELA; ARALDI; MACHADO, 2019).

Outra opção é a utilização do farelo de trigo que apresenta em sua composição 18% de proteína bruta, 71% de nutrientes digestíveis totais, 4,5% de lipídeos e 11% de fibra em detergente neutro, sendo rico em tiamina, niacina, ferro e fósforo, mas pobre em caroteno e pigmentantes. Para suínos nas fases pré-inicial e inicial, pode compor até 5% da ração, e nas fases de reprodução e terminação, em até 30%. Nas rações de frangos, pode ser utilizado até 5% e de poedeiras 15%. Para bovinos, ele pode ser utilizado sem restrição, mas o extrato etéreo não pode passar de 5% na ração, pois pode apresentar efeito laxante (LANA, 2007).

### 3.4 Soja

A soja é um alimento de elevada qualidade nutricional, de fácil cultivo e adaptabilidade as variadas regiões. Apesar de possuir uma proteína de alta qualidade e elevada quantidade de energia, apresenta alguns fatores antinutricionais que impedem sua utilização na forma *in natura* na formulação de dietas comerciais para animais não ruminantes (BELLAVÉR; SNIZEK JR., 1999), dessa forma, há necessidade de processá-lo antes de utilizar na alimentação dessas espécies, para evitar efeitos negativos sobre o desempenho animal (MENDES, 2004).

O processamento térmico favorece o aproveitamento dessa proteína pelos animais e elimina os fatores antinutricionais, pois são sensíveis ao calor (termolábeis), provocando a ruptura da parede celular e liberação da proteína para o meio extracelular (LIMA *et al.*, 2014).

O controle de qualidade da soja integral processada é importante, pois se deseja inativar os fatores antinutricionais sem causar efeitos negativos do aquecimento sobre a qualidade da proteína. Quando o aquecimento do farelo de soja é deficiente, os fatores antinutricionais permanecem ativos, impactando na digestão dos animais. No entanto, caso o aquecimento seja exagerado, ocorre redução da digestibilidade dos aminoácidos. Dessa forma, avalia-se a solubilidade da proteína para verificar o grau de processamento da soja, de modo que a faixa de variação da solubilidade ideal está entre 73 à 85%. Valores abaixo de 70% indicam soja subprocessada, e acima de 85% superaquecimento (MENDES *et al.*, 2004).

Os subprodutos da soja, como o farelo de soja, participam ativamente nos custos de produção e no desempenho animal, por serem utilizados em grandes quantidades nas rações de suínos e aves (BELLAVAR; SNIZEK JR., 1999).

O farelo de soja, um subproduto da indústria oriundo da extração do óleo, é a fonte proteica mais utilizada em rações para animais ruminantes e não ruminantes. Durante o processo, ocorre aquecimento do farelo de soja, aumentando sua qualidade nutricional, podendo ser observados teores de proteína bruta variando entre 44% e 48%, dependendo da quantidade de casca de soja adicionada a ele. É um alimento de alta aceitabilidade entre os animais, podendo ser utilizada como exclusiva fonte proteica em rações (THIAGO; SILVA, 2003).

O grão de soja cru possui entre 90 e 100% de nutrientes digestíveis totais, 20% de extrato etéreo e 42% de proteína na matéria seca e o farelo de soja tostado, possui um teor de proteína bruta entre 45 e 51% (LANA, 2007).

O teor de proteína bruta e valor proteico fazem do farelo de soja o ingrediente mais utilizado em rações para avicultura, suinocultura e bovinocultura. Com um ótimo balanço de aminoácidos, ele é um excelente suplemento proteico vegetal disponível, com melhor relação custo-benefício para compor a alimentação nas cadeias produtivas de bovinos, suínos, aves e equinos, bem como para a linha PET. A cada 1.000 kg de soja processada, é possível extrair 750 kg de farelo de soja (CARBONE, 2018).

### **3.5 Algodão**

Da cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* (L.) Malvaceae) temos diversos subprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal, como o caroço, a casca, a torta e o farelo de algodão, que são suplementos proteicos de ótima qualidade nutricional (MOREIRA, 2008).

O farelo de algodão é uma fonte proteica de origem vegetal amplamente utilizada na alimentação de bovinos e em pequenas quantidades na alimentação de aves e suínos, para diminuição dos custos, pois o elevado teor de fibra e a presença do gossipol limitam sua utilização na ração de não ruminantes (BUTOLO, 2002). O farelo de algodão pode ser utilizado em até 5% na ração de aves, na de suínos em até 10% e na de bezerros e vacas leiteiras em até 20% (LANA, 2007).

Cardoso (1998) ressalta que o caroço de algodão é uma boa fonte de proteína e energia na dieta de ruminantes. Segundo o autor, o farelo de algodão pode ser utilizado tanto na ração de ruminantes como de não ruminantes, pelo seu ótimo teor proteico, entretanto, a casca de algodão, que é uma excelente fonte de fibra, pode ser utilizada somente na dieta de ruminantes. Lana (2007) ressalta que o caroço de algodão apresenta 24% de óleo e 25% de proteína bruta na matéria seca, podendo ser utilizado em até 3 kg/animal/dia para bovinos em crescimento e 4 kg/animal/dia para vacas leiteiras, entretanto, segundo Moreira (2008), não se recomenda utilizar para touros, pois prejudica o funcionamento reprodutivo dos machos, levando à disfunção testicular.

A limitação no uso desses subprodutos se dá pela presença do gossipol, um aldeído polifenólico de cor amarelada, que pode ser encontrado na forma livre ou ligada a aminoácidos. No grão intacto, o gossipol está na forma livre, mas no farelo, devido ao processamento para retirada do óleo, ele está principalmente ligado às proteínas. Na forma livre, ele apresenta toxicidade, mas quando ligado a aminoácidos livres ou ao ferro, a toxicidade diminui (MOREIRA, 2008).

Os animais não ruminantes são muito susceptíveis à intoxicação por gossipol, e isso justifica o seu uso mais relacionado à dieta de ruminantes. Os microrganismos do rúmen são capazes de inibir a toxicidade do gossipol livre, uma vez que, no ambiente ruminal, ocorre sua ligação com aminoácidos, reduzindo sua absorção e, conseqüentemente, sua ação tóxica (MOREIRA, 2008). De acordo com a autora, existe limitação para a utilização do caroço de algodão na alimentação de touros e bezerros, pois o teor de gossipol livre é mais alto quando comparado ao farelo ou à casca de algodão, o que implica em maior absorção pelo trato gastrointestinal e maior toxicidade.

### **3.6 Girassol**

O girassol (*Helianthus annuus* L) chegou ao Brasil no final do século XIX e sua demanda foi só aumentando a partir daí. Sua importância na alimentação animal ocorre em

função do uso da torta na alimentação animal, subproduto obtido após a extração do óleo, que pode substituir em parte o uso do farelo de soja, bem como a utilização na produção de silagem ou como forragem (UNGARO *et al.*, 2009).

O cultivo do girassol para a indústria alimentícia e refinarias de biocombustível aumentou ao longo dos anos, o que possibilitou a maior disponibilidade de seus subprodutos na alimentação animal, como por exemplo, tortas e farelos (LIMA *et al.*, 2013).

Ele é um ótimo ingrediente alternativo que pode ser utilizado em substituição ao milho e soja na alimentação dos animais, como estratégia para reduzir os custos de produção e a dependência do produtor em relação aos alimentos tradicionais. Pode ser fornecido aos animais na forma de torta, farelo e silagem, possuindo potencial para substituir, parcialmente ou totalmente, os alimentos tradicionais na alimentação animal (PEREIRA *et al.*, 2016).

Na semente de girassol, o teor de proteína pode variar entre 30 e 50% na matéria seca, mas é deficiente em lisina. Para bovinos de corte, pode ser utilizada em até 30% na ração e para bovinos de leite em até 20% (LANA, 2007).

Por ser uma planta forrageira, pode ser utilizada para confecção de silagem, apresentando qualidade superior à do sorgo, com 13% de proteína bruta e uma excelente proteína digestível (AMABILE; FERNANDES; SANZONOWICZ, 2002).

## **4 CONTROLE DE QUALIDADE DOS INGREDIENTES**

O mercado de produção de rações é extremamente competitivo e a fábrica que consegue reduzir os custos sem comprometer a qualidade do produto final se destaca nesse cenário. Esse destaque é adquirido com o controle das matérias-primas recebidas e da manutenção desta qualidade nos alimentos que são produzidos. Os constantes monitoramentos do processo de produção são fundamentais, pois permitem a identificação de problemas que possam comprometer a qualidade do produto final, uma vez que, variações na qualidade das rações irão causar discrepância entre o desempenho planejado para o animal e o observado (BELLAVÉR; NONES, 2000).

Se os ingredientes utilizados no processo de fabricação da ração forem de qualidade ruim, nada adianta que o nutricionista balanceie a dieta do animal, pois o desempenho dos animais não será atingido, e ocorrerá variações e queda na produção de carne, leite e ovos, implicando em prejuízos ao produtor. Logo, manter um padrão de qualidade na produção é uma medida de importante, e deve ser amparada pela decisão de não permitir a entrada de ingredientes de baixa qualidade na fábrica (BUTOLO, 2002).

Menezes (2018) destaca que o gestor responsável pelo controle de qualidade dentro de uma fábrica de rações, deve elaborar procedimentos que contribuam para a qualidade do produto final. Esses procedimentos envolvem controle das matérias-primas e insumos, treinamento da mão de obra que atua na linha de produção, programa de limpeza e higiene, armazenamento dos produtos e análises laboratoriais, que, devido à sua importância, são amparados pela lei e regulamentações.

O laboratório de controle de qualidade dentro de uma fábrica de ração é responsável por realizar as análises químicas e físicas das matérias-primas que chegam. Os resultados obtidos são de grande importância para que os nutricionistas possam realizar os ajustes nas formulações, de acordo com os teores nutricionais obtidos. Além disso, os resultados são informados para a gerência de produção, para que haja a tomada de decisão que melhore a qualidade de produção (COUTO, 2008).

### **4.1 Recebimento da matéria-prima**

A recepção e descarga das matérias-primas são as primeiras etapas do processo de fabricação. São feitas diretamente no setor de recebimento, que dispõe de todos os

equipamentos necessários para manutenção ou melhoria da qualidade dos produtos utilizados na produção de ração (FUCCILINI; VEIGA, 2014).

É de suma importância que antes do descarregamento seja feita a amostragem representativa do lote, com observação da cor e odor, por profissionais treinados, seguidos por análises físicas, de modo que não sejam aceitas matérias-primas com má qualidade ou anormalidade. Caso os ingredientes estejam dentro dos padrões físicos, análises bromatológicas serão realizadas, para verificação da composição química. Portanto, uma amostragem eficiente, que represente de forma homogênea o material que será analisado, é fundamental para uma correta classificação do grão, caso o contrário, os resultados obtidos não corresponderão à composição real do material recebido (BUTOLO, 2002).

Segundo Couto (2008), a realização de uma pré-limpeza dos grãos antes do armazenamento é uma ferramenta importante que evita sua fermentação, além de aumentar a eficiência do processo de secagem, facilitando o transporte por elevadores e melhorando o valor nutritivo dos grãos utilizados na alimentação animal.

## **4.2 Análises rápidas realizadas na matéria-prima**

O artigo 12 da Instrução Normativa nº 11 (MAPA, 2007b) orienta que durante a coleta das amostras, condições gerais dos produtos devem ser observadas, como a presença de insetos vivos, a existência de odores estranhos, o estado de conservação e a presença de mofo. Após coletadas e homogeneizadas, as amostras seguem para as demais análises.

### **4.2.1 Umidade**

A determinação do teor de umidade dos grãos é um fator importante que deve ser levado em consideração durante o processo de colheita, beneficiamento e armazenamento, para que seja mantida a qualidade do produto na comercialização (MORITZ *et al.*, 2012). Devido a algumas variações no teor de umidade inicial dos grãos, a utilização de mecanismos como a secagem (OLIVO *et al.*, 2010), é uma prática que permite preservar a qualidade fisiológica durante o armazenamento, além disso, torna possível a antecipação da colheita como forma de evitar perdas durante o processo produtivo (GARCIA, 2004). Os grãos só podem ser armazenados adequadamente, sem causar preocupações com os riscos de perdas, quando se conhece o seu teor de umidade ou de matéria seca (SARMENTO *et al.*, 2015).

Portanto, por ser um parâmetro de qualidade importante que influencia no tempo de armazenamento e comercialização dos produtos, deve ser analisado. Tradicionalmente, a determinação da umidade em grãos se dá pela perda por dessecação em estufa, que é um método fácil de ser executado, mas demorado para obtenção do resultado (cerca de 24h de aquecimento à 105°C). Nesse sentido, Raschen *et al.* (2014) propuseram, visando reduzir o tempo de análise das amostras, a determinação da perda de umidade por radiação micro-ondas para amostras de grãos moídos de arroz branco, arroz integral, ervilha, feijão branco, feijão carioca, feijão preto, grão-de-bico, lentilha e milho.

A determinação da umidade também pode ser realizada por aparelhos determinadores existentes no mercado, desde que estejam aferidos, nivelados e calibrados pelo Inmetro. Em alguns deles, o princípio pode ser a perda de peso através da remoção da água por aquecimento, como é o caso da estufa e do destilador. Outros podem ser baseados no conhecimento prévio das propriedades físicas dos grãos como, por exemplo, os métodos de capacitância e condutividade elétrica. Entretanto, o método que vem sendo amplamente utilizado é o determinador de umidade digital, que fornece o resultado em percentual rapidamente (SENAR, 2017).

Segundo a Instrução Normativa (IN) nº 11 (MAPA, 2007b), de 16 de maio de 2007, a umidade se refere ao percentual de água encontrado em uma amostra do produto que está isenta de matérias estranhas e impurezas, e pode ser determinado por um método oficial ou aparelho que forneça um resultado equivalente, sendo que para a soja, o limite de umidade máximo estabelecido é de 14%. Para o milho também se recomenda um percentual de umidade, para comercialização, de, no máximo, 14,0%, de acordo com a IN nº 60 (MAPA, 2011), de 23 de dezembro de 2011. Para alguns grãos, a recomendação é de no máximo 13% de umidade, como o sorgo (MAPA 1984), o trigo (MAPA, 2010) e o girassol (MAPA, 1993) ou de no máximo 10%, como o algodão (MAPA, 2002).

#### **4.2.2 Matérias estranhas e impurezas**

Matérias estranhas são os grãos e sementes de outras culturas, insetos vivos ou mortos, partes de insetos, torrões de solo e todos os corpos estranhos que não são a matéria-prima em questão. As impurezas, por outro lado, são todas as matérias vegetais que pertencem à cultura que está sendo classificada, como, por exemplo, os colmos, pecíolos, hastes, pedaços de sabugo, folhas, raízes e vagens debulhadas e não debulhadas (SENAR, 2017).

A IN nº 11 (MAPA, 2007b), por meio do artigo 24, descreve que devem ser utilizadas peneiras de crivos circulares de 3,0 milímetros (mm) de diâmetro para amostras de soja, fazendo movimentos uniformes e contínuos por 30 segundos. Ao final, as impurezas e matérias estranhas ficam retidas na peneira, são retiradas manualmente e pesadas, para obtenção do percentual de impurezas da amostra do lote. É importante ressaltar que as vagens não debulhadas serão consideradas impurezas, entretanto, a película do grão da soja que fica retida na peneira não será considerada impureza.

Segundo a IN nº 60 (MAPA, 2011), para a determinação de impurezas no grão de milho são utilizadas peneiras de crivos circulares de 5,00 mm de diâmetro e de 3,00 mm diâmetro, com movimentos uniformes e contínuos por 30 segundos. As matérias estranhas e impurezas retidas nas peneiras são retiradas manualmente e pesadas, sendo consideradas impurezas os detritos que não forem grãos ou pedaços de grãos de milho. Para o cálculo, é levado em consideração o peso inicial da amostra, equivalente a 100% e o peso das impurezas e matérias estranhas, obtendo-se o resultado em porcentagem (SENAR, 2017).

#### 4.2.3 Classificação dos grãos de milho segundo a Instrução Normativa nº 60

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº 60 (MAPA, 2011), de 23 de dezembro de 2011, artigo 5º, classifica o grão de milho em: Grupos, com base na consistência e formato do grão, podendo ser duro, dentado, semiduro e misturado; Classes, conforme a coloração, que pode ser amarela, branca, cores e misturado e Tipos, de acordo com a sua qualidade e limites máximos de tolerância estabelecidos, podendo ser tipo 1, 2, 3 ou fora de tipo (TABELA 1).

Tabela 1 - Limites máximos de tolerância expressos em percentual (%)

Tipo	Grãos avariados		Grãos quebrados	Matérias estranhas e impurezas	Carunchados
	Ardidos	Total			
1	1,0	6,0	3,0	1,0	2,0
2	2,0	10,0	4,0	1,5	3,0
3	3,0	15,0	5,0	2,0	4,0
Fora de tipo	5,0	20,0	Maior que 5,0	Maior que 2,0	8,0

Fonte: adaptado de MAPA (2011).

O milho será considerado Fora de Tipo quando não se enquadrar no Tipo 3. Caso seja classificado como Fora de Tipo devido à quantidade de grãos ardidos, total de avariados ou carunchados, permite-se sua comercialização, desde que devidamente classificado, ou seu

rebeneficiamento, desdobramento ou recomposição, visando seu enquadramento em tipo. Entretanto, se essa classificação for oriunda de grãos quebrados, matérias estranhas e impurezas, não será permitido a sua comercialização como se apresenta, somente podendo ser rebeneficiado, desdobrado ou recomposto visando o seu enquadramento em tipo. Da mesma forma, não será permitida a sua comercialização no caso de apresentar insetos vivos ou outras pragas presentes em grãos armazenados, devendo, neste caso, ser submetido a um controle efetivo para sua comercialização.

O milho é considerado duro quando apresenta no mínimo 85% em peso de grãos com o endosperma predominantemente córneo, com aspecto vítreo e formato ovalado, com coroa lisa e convexa. O dentado apresenta no mínimo 85% em peso de grãos com consistência parcial ou total farinácea, com a coroa apresentando uma reentrância acentuada. O semiduro apresenta no mínimo 85% em peso de grãos com consistência e formato entre duro e dentado. Finalmente, se não estiver enquadrado nos grupos citados, será classificado como misturado, devendo ser especificada, na documentação, a porcentagem de mistura dos grupos.

Em relação a coloração, o milho será considerado amarelo quando contiver pelo menos 95% de grãos nas cores amarelo, amarelo pálido ou alaranjado, aceitando-se também, quando estiver levemente vermelho ou róseo no pericarpo. O branco deverá apresentar no mínimo 95% de grãos nessa cor, permitindo-se também as cores marfim ou palha. A classificação como cores, considera o mínimo de 95% de grãos com coloração uniforme, diferente das classes amarela e branca, considerando, para aqueles com leve variação na coloração do pericarpo, a cor predominante. E, por último, os misturados são aqueles que não se enquadraram em nenhuma classe anterior.

#### ***4.2.4 Classificação dos grãos de soja segundo a Instrução Normativa nº 11***

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define, através da Instrução Normativa nº 11 (MAPA, 2007b), de 16 de maio de 2007, artigo 4º, o padrão oficial de classificação do grão de soja, que será classificada em Grupos, em função do uso proposto; em Classes, de acordo com a coloração do grão e em Tipos, segundo a qualidade, ou seja, de acordo com os percentuais de tolerância.

A soja do Grupo I é destinada ao consumo *in natura* e a do Grupo II é destinada a outros usos. Esses grupos podem ser classificados em 2 Tipos, em função da sua qualidade, sendo a do Grupo I classificada em tipo 1 ou 2 e a do Grupo II classificada em tipo padrão ou básico (TABELA 2).

Tabela 2 - Limites máximos de tolerância, expressos em percentual (%), para a soja do Grupo I (tipo 1 ou 2) e do Grupo II (tipo padrão ou básico)

Tipo	Avariados				Esverdeado	Partidos Quebrados e Amassados	Matérias Estranhas e Impurezas
	Total de ardidos e queimados	Máximo de queimados	Mofado	Total <sup>1</sup>			
1	1,0	0,3	0,5	4,0	2,0	8,0	1,0
2	2,0	1,0	1,5	6,0	4,0	15,0	1,0
Padrão Básico	4,0	1,0	6,0	8,0	8,0	30,0	1,0

<sup>1</sup>Soma de queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos. Fonte: adaptado de MAPA (2007b).

Com base na coloração do grão, a soja será classificada em duas Classes, amarela ou misturada. A amarela é constituída por soja com tegumento amarelo, verde ou pérola, com interior amarelo, amarelado, claro ou esbranquiçado em corte transversal, sendo aceito até 10% de grãos de outras cores. A misturada será aquela que não se enquadrar na classe amarela.

A soja deverá estar fisiologicamente desenvolvida, limpa, sã, seca e isenta de odores estranhos ou impróprios ao produto. Caso a soja não atenda, em um ou mais aspectos, às especificações de qualidade previstas na Tabela 2, será considerada Fora de Tipo.

#### 4.2.5 Classificação dos grãos de sorgo segundo a Portaria nº 268

A Portaria nº 268 (MAPA, 1984) de 23 de agosto de 1984, classifica o sorgo em Classes, segundo a coloração dos grãos (branco, amarelo, vermelho, castanho e mesclado) e em Tipos, segundo a qualidade e os limites de tolerância.

O sorgo será enquadrado como branco caso tenha no mínimo 90% em peso, forem de grãos nessa cor, com ligeiras manchas coloridas, marfim ou palha; amarelo se, no mínimo 90% do peso, forem de grãos amarelos ou rosa-salmão; vermelho se tiver, no mínimo, 90% do peso de grãos vermelhos ou avermelhados; castanho se, no mínimo 90% do peso, forem de grãos castanhos claros ou escuros; e mesclado quando não se enquadrar em nenhuma das classes anteriores, devendo especificar as percentagens das classes competentes.

Com relação ao tipo, será classificado de acordo com a quantidade de ocorrência de grãos avariados e carunchados, com impurezas, fragmentos e matérias estranhas, sendo considerado abaixo do padrão quando o percentual de defeitos exceder aos limites de tolerância especificados (TABELA 3). O produto abaixo do padrão poderá ser comercializado desde que seja identificado, porém, poderá ser rebeneficiado, desdobrado ou recomposto, para se

enquadrar em algum tipo. Será desclassificado se for considerado impróprio para consumo humano e animal, quando apresentar mau estado de conservação, com aspecto mofado e de fermentação, odor estranho e sementes que possam ser prejudiciais.

Tabela 3 - Limites máximos de tolerância de defeitos por tipo em percentual (%)

Tipo	Avariados e carunchados		Impurezas, fragmentos e matérias estranhas	Umidade
	Total	Máximo de Ardidos e Brotados		
1	8	1	1	13
2	11	3	2	13
3	18	6	4	13
4	27	10	6	13

Fonte: adaptado de MAPA (1984).

#### 4.2.4 Teste de urease qualitativo

A composição do alimento, disponibilidade biológica de seus nutrientes, bem como a presença de fatores tóxicos e antinutricionais irão afetar diretamente sua qualidade nutricional, dessa forma, apesar das leguminosas serem uma excelente fonte proteica na dieta de humanos e animais, elas possuem fatores antinutricionais, por exemplo, hemaglutininas, taninos, inibidores de protease e inibidores enzimáticos, que podem limitar seu uso (LIMA *et al.*, 2011).

Segundo os autores, dentre esses fatores antinutricionais presentes na soja, os mais importantes são os inibidores da tripsina, que podem ser determinados, de forma indireta, pela presença de atividade ureática. O calor é a técnica utilizada para eliminar os fatores antinutricionais, e como esses fatores e a urease são termolábeis, é possível utilizar métodos para avaliar a eficácia do processamento térmico sobre o farelo de soja, como o índice de atividade ureática, a solubilidade da proteína em hidróxido de potássio (KOH), a atividade inibidora de tripsina e a capacidade de coloração da proteína processada.

Devido a esses fatores antinutricionais serem termorresistentes, para garantir sua inibição na soja crua, as indústrias produtoras de farelo de soja e ração adotam o tratamento térmico entre 100 e 110°C, porém, deve-se atentar para a temperatura não ficar abaixo dos 100°C devido a ineficiência em inativar os antinutrientes, bem como, não exceder os 110°C para não afetar os demais nutrientes do farelo, como as proteínas (SILVA, 2021).

Dessa forma, como a enzima urease possui resistência térmica semelhante aos fatores antinutricionais que são encontrados nos grãos de soja, a determinação da atividade

ureática da soja é um teste simples e rápido que pode ser utilizado para a avaliação da eficiência do processamento da leguminosa (FREIRE *et al.*, 2011).

### 4.3 Análises bromatológicas

Todos os alimentos ingeridos pelos animais passam pelo processo de digestão, para que os nutrientes sejam absorvidos e metabolizados, garantindo a sobrevivência do organismo. Portanto, para estudar nutrição animal, deve-se conhecer toda composição química dos alimentos, que pode ser obtido por vários métodos analíticos. Frequentemente, nos laboratórios de nutrição animal, a composição química dos ingredientes é analisada pelos métodos de Weende e Van Soest (MIZUBUTI *et al.*, 2009).

As análises bromatológicas quantificam os nutrientes presentes nos alimentos e fornecem informações importantes para o planejamento alimentar dos animais, para tanto, é importante que seja feita uma correta amostragem das matérias-primas. Dessa forma, pode-se balancear as dietas atendendo as exigências nutricionais dos animais, levando a um melhor desempenho, maior produtividade e maior lucro ao produtor (RECH, 2018).

Além de auxiliar na formulação das rações animais, a bromatologia auxilia também na identificação de adulterantes e contaminantes de alimentos (GALERIANE; COSMO, 2020). Para que os resultados das análises sejam precisos, a amostragem do material de interesse precisa ser representativa, e existem algumas recomendações de coleta que devem ser seguidas para posterior envio das amostras ao laboratório (RECH, 2018).

As amostras de grãos e farelos devem ser retiradas em diversos pontos do silo, sacos ou em diversas posições do local em que o produto se encontra, portanto, quanto maior o local de armazenamento, mais pontos devem ser amostrados. Quando armazenados a granel, é recomendado que sejam coletadas cerca de seis amostras de 100 g a cada tonelada de alimento, podendo, a amostragem ser feita no momento da descarga. A amostra deve ser homogeneizada, acondicionada em sacos ou recipientes limpos, identificados e enviados ao laboratório (RECH *et al.*, 2020).

As análises bromatológicas são utilizadas para determinação da composição químico bromatológica das amostras, determinando, por exemplo, o teor de matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (CORSON *et al.*, 1999).

#### **4.3.1 Determinação da matéria seca**

A determinação da matéria seca (MS) é a primeira análise realizada nos alimentos, de grande relevância, pois a preservação dos alimentos depende do teor de umidade que apresentam. Além disso, só é possível comparar o valor nutritivo entre os alimentos, se for com base na matéria seca. Conhecer o percentual de matéria seca contida em uma amostra permite ajustar os cálculos da ração, pois o consumo de alimentos pelos animais é expresso em kg de matéria seca/animal/dia, e quanto menor o teor de matéria seca, maior deverá ser o consumo. Existe uma faixa de percentagem de matéria seca ideal para consumo, produção e conservação dos alimentos, por exemplo, no caso do milho, varia entre 28% e 35% (RODRIGUES, 2010).

A comparação entre amostras de laboratórios e alimentos diferentes pode ser feita pelo teor do nutriente na matéria seca do alimento, pois, nesse caso, a base é a mesma e é na porção de matéria seca que estão os nutrientes, mesmo que as características físicas dos alimentos sejam distintas (MIZUBUTI *et al.*, 2009).

#### **4.3.2 Cinzas ou matéria mineral**

Cinzas ou matéria mineral (MM) é o produto obtido após o aquecimento de uma amostra, até a combustão total de toda a matéria orgânica, sob uma temperatura de 500 a 600°C, mas não superior a 600°C, durante quatro horas. A temperatura elevada decompõe todas as substâncias voláteis, transformando a matéria orgânica em dióxido de carbono, água e outros componentes. Os principais componentes resultantes nas cinzas são os íons de potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro, cloreto, cobre, fosfato, cobalto, alumínio, sulfato e silicato (GOES; LIMA, 2010).

Determinadas as cinzas, a partir delas pode-se determinar, individualmente, os componentes minerais das amostras utilizando-se técnicas laboratoriais mais sensíveis, que consigam detectar menores concentrações dos elementos (GALERIANE; COSMO, 2020).

#### **4.3.3 Extrato etéreo**

As gorduras ou lipídeos são a fração mais energética dos alimentos, composta por carbono, hidrogênio e oxigênio, sendo produtos naturais, de origem animal ou vegetal, com predomínio dos ésteres de ácidos graxos superiores. São insolúveis em água e solúveis em éter, clorofórmio, benzeno e outros solventes orgânicos. O extrato etéreo (EE) é formado por um

grupo de substâncias dentre os quais estão, entre outros, os lipídeos, esteróis (colesterol), óleos voláteis, fosfatídeos, clorofila e resina (RODRIGUES, 2010).

A determinação da gordura dos alimentos é útil para quantificar a energia deles, pois alimentos com altos teores de gordura, irão apresentar valores maiores de nutrientes digestíveis totais (NDT), uma vez que as gorduras fornecem 2,25 vezes mais energia do que os carboidratos e proteínas, e são fontes de calor de combustão dos principais nutrientes, de ácidos graxos essenciais, são precursoras das vitaminas D2 e D3 e auxiliam na absorção de vitaminas lipossolúveis (BERALDO; ARAÚJO, 2012).

#### **4.3.4 Proteína bruta**

Proteínas são polímeros de aminoácidos que apresentam nitrogênio em sua estrutura, que nos permite fazer sua distinção de gorduras e carboidratos (MIZUBUTI *et al.*, 2009). Dessa forma, a determinação de proteína pela quantificação do nitrogênio é o método mais utilizado (CECCHI, 2003).

A metodologia é designada como proteína bruta porque não quantifica somente a proteína verdadeira, uma vez que esse termo engloba um grupo de compostos nitrogenados com estruturas semelhantes, onde se utiliza o nitrogênio como base para estimar a quantidade de proteína nos alimentos, tendo em vista que toda proteína apresenta nitrogênio na sua composição (MIZUBUTI *et al.*, 2009). O método de Kjeldahl é utilizado para quantificar o teor de proteína bruta desde 1883, quando foi desenvolvido, na Dinamarca, durante o estudo de proteína em grãos (CECCHI, 2003). É um método reconhecido mundialmente, devido à sua alta precisão e boa reprodutibilidade, cuja metodologia é dividida em três etapas: digestão, destilação e titulação (MIZUBUTI *et al.*, 2009).

O teor de proteína bruta é calculado, multiplicando-se a quantidade de nitrogênio determinado na metodologia pelo fator convencional de 6,25, que considera que todo o nitrogênio do alimento está na forma proteica e que toda proteína contém 16% de nitrogênio ( $100 \div 16 = 6,25$ ) (BERALDO; ARAÚJO, 2012; GOES; LIMA, 2010; MIZUBUTI *et al.*, 2009).

#### 4.4 Análises via NIR

O método *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS) vem sendo bastante utilizado em grandes laboratórios de análise de alimentos, pois possui a vantagem de fornecer um resultado rápido sem destruir as características originais dos alimentos. A análise utiliza o espectrofotômetro e um programa de computador, que lê a faixa de refração da amostra, correlacionando com o resultado das amostras padrão, de composição conhecida, que foram obtidas pelos métodos tradicionais de análises de alimentos (LANA, 2007).

Portanto, uma vez montada a curva de predição (banco de dados), a análise do espectrofotômetro torna-se extremamente simples e rápida, sem a necessidade de reagentes ou diluições. Atualmente, o NIRS é bastante utilizado em áreas da medicina, controle de qualidade e análises de alimentos e rações (CAMPESTRINI, 2005).

O equipamento NIR ou NIRS é constituído por uma câmara de leitura ótica e de um software de tratamento matemático que, através de curvas espectrais, dentro da faixa do infravermelho (700-2.500 nanômetros), gera as equações que vão estimar os teores a serem analisados, permitindo identificar, qualificar e quantificar os compostos orgânicos presentes nos alimentos (CAMPESTRINI, 2005).

Dessa forma, o uso da tecnologia NIR fornece estimativas rápidas, precisas e de baixo custo sobre a composição dos alimentos (açúcares, fibras, cinzas, proteínas, lipídeos e algumas de suas frações), entretanto, necessita de um banco de dados que serão utilizados para calibrar o equipamento. Depende, portanto, de dados laboratoriais de referência de boa qualidade, fornecendo, em 2 a 3 minutos, resultados, que, pelos métodos convencionais, levariam horas (CORSON *et al.*, 1999).

## 5 PROBLEMAS RELACIONADOS COM A ARMAZENAGEM DOS GRÃOS

As condições de armazenamento são um fator extremamente importante no controle de qualidade. De acordo com Butolo (2002), o armazenamento dos grãos de forma indevida pode proporcionar a multiplicação de fungos e desenvolvimento de micotoxinas, quando as condições de temperatura, concentração de oxigênio e umidade forem favoráveis. Além disso, podem ocorrer ataques de insetos, ácaros e roedores que contribuem grandemente para a deterioração dos produtos, levando a uma queda no desempenho produtivo do rebanho.

Os insetos são pragas que contribuem muito para as perdas, por serem capazes de sobreviver em ambientes escuros, com baixa concentração de oxigênio, e por serem polifágicos, ou seja, capazes de atacar diversos produtos. Danificam o tegumento dos grãos, produzindo dióxido de carbono e água, aumentando a umidade da massa armazenada, que eleva a taxa respiratória e a temperatura, favorecendo a multiplicação de fungos e ácaros. Podem atacar a porção externa e interna dos grãos reduzindo a qualidade dos grãos, modificando a cor, odor e sabor, levando a perdas qualitativas e econômicas. Grãos quebrados e furados estão sujeitos a proliferação de fungos, e, junto com os insetos, são os principais responsáveis pela deterioração e perdas durante o armazenamento (FARONI; SOUSA, 2010).

Além das perdas mencionadas, Lorini (2015) ressalta que a armazenagem inadequada dos grãos leva ao comprometimento da saúde humana e animal, além de dificultar a exportação de produtos e subprodutos brasileiros pelos riscos que possam apresentar. Os prejuízos sociais e econômicos são tantos que fazem com que haja investimentos para controle químico das pragas. Lima (2012) destaca que um método que pode ser utilizado para controle de pragas é a fumigação, que nada mais é que o tratamento dos grãos através do uso de gases inseticidas, como o brometo de metila, fosfeto de alumínio ou magnésio.

Fatores ambientais como umidade e temperatura são responsáveis pelo surgimento de fungos e, conseqüentemente, de micotoxinas em grãos e rações. Os fungos que vivem no ambiente podem contaminar os grãos ainda no campo, durante o desenvolvimento das sementes ou na colheita, principalmente em períodos muito chuvosos. Mudanças de temperatura e umidade são muito comuns no país, por isso a secagem e armazenamento dos grãos são considerados pontos críticos de qualidade (BÜNZEN; HAESE, 2006).

Quando uma matéria-prima é armazenada em um local com determinado teor de umidade, a água se desloca e se agrupa com partículas em suspensão, levando ao desenvolvimento de fungos, que elevarão a temperatura e causarão a deterioração dos grãos e das rações. Alimentos contaminados com fungos possuem sabores e odores desagradáveis,

reduzindo a palatabilidade e, conseqüentemente, o consumo, além de reduzir o teor nutricional dos alimentos. As micotoxinas provocam inúmeras reações tóxicas no organismo, seja de maneira direta, afetando o aparelho digestivo e a absorção de nutrientes, comprometendo, dessa forma, o desempenho dos animais, seja atuando sobre o sistema imune do animal, deixando-o mais susceptível a enfermidades, principalmente animais nas fases de crescimento e reprodução (BÜNZEN; HAESE, 2006).

### **5.1 Efeitos das principais micotoxinas nas diferentes espécies**

De modo geral, a qualidade dos alimentos depende do fornecimento de produtos seguros, e, na ausência dessas condições, a cadeia produtiva de grãos e a produção de leite, carnes e ovos fica prejudicada. Sabendo que as condições de clima e manejo podem levar a contaminação por fungos e micotoxinas ainda no campo, é de suma importância levar em consideração a recorrência de fungos, sucessão de culturas, época de plantio e colheita, resistência e o controle biológico com o objetivo de reduzir a contaminação (SILVA; COTA; COSTA, 2018).

Micotoxinas são metabólitos secundários, que possuem efeitos carcinogênicos, hepatotóxicos e mutagênicos, e são produzidos principalmente por fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. No cenário de produção de alimentos no mundo, o Brasil é um país que se destaca, possuindo condições ambientais ideais para o desenvolvimento desses fungos (FREIRE *et al.*, 2007). Os autores afirmaram que em 2007, aproximadamente ¼ dos produtos agrícolas no mundo estavam contaminados com alguma micotoxina, trazendo prejuízos à saúde humana e animal. Esses três gêneros de fungos podem produzir várias micotoxinas, estando presentes em grãos de milho, sorgo e trigo. As aflatoxinas, originárias do fungo *Aspergillus* sp, podem acometer o milho, sorgo, algodão e amendoim, que são ingeridos pelos animais, causando má digestão, má absorção e lesões na moela, fígado e intestino das aves, rompendo os vasos sanguíneos e afetando a carcaça, com aparecimento de hematomas na carne. Em suínos, leva a lesões hepáticas, reduzindo o crescimento e enfraquecendo o sistema imunológico (BÜNZEN; HAESE, 2006).

De acordo com os autores, quando o ambiente está favorável para seu desenvolvimento, pode ocorrer a contaminação antes da colheita, no desenvolvimento dos grãos, com os fungos do gênero *Fusarium* sp. que podem produzir a toxina zearalenona. Em aves, embora menos sensíveis a esta toxina, pode reduzir o crescimento, desempenho reprodutivo e provocar prolapso da cloaca. Em suínos possui efeito estrogênico, levando a

problemas reprodutivos como infertilidade, enrijecimento da vulva e das glândulas mamárias, anestro, mortalidade embrionária, prolapso e diminuição na qualidade espermática.

Esses mesmos fungos podem produzir os tricotecenos (T2, DAS, DON ou Vomitoxina), sendo mais comuns em regiões temperadas e com alta umidade, como no sul do Brasil, afetando os grãos de trigo, cevada, ou milho, promovendo, nas aves, distúrbios nervosos, como posicionamento anormal das patas, cabeça e tremor, lesão oral, hemorragia no intestino delgado, fígado e outros órgãos. Em suínos, causa perda de apetite, vômito e redução na ativação do sistema imune (BÜNZEN; HAESE, 2006).

Segundo os autores, também são comuns, no milho e no sorgo, a presença de ocratoxina e citrinina, produzidas pelos fungos *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp, que possuem ação principalmente nefrotóxica. Em aves, causa falta de apetite aumento na ingestão de água, aparecimento de rins aumentados e esbranquiçados, necrose dos túbulos renais proximais, hipertrofia no fígado e má formação de embriões. Em suínos reduz o crescimento e causa lesões hepáticas e no baço. Também originada dos fungos do gênero *Fusarium* sp, a fumonisina pode levar a síndrome da má absorção em aves, diminuindo o desempenho, crescimento do proventrículo, erosão da moela e atrofia da Bursa de Fabricius. Em suínos reduz consumo e crescimento e leva a problemas respiratórios e edema pulmonar (BÜNZEN; HAESE, 2006).

Em aves as fumonisinas, causam, entre outros, redução no desempenho, síndrome de mortalidade súbita e diarreia; as aflatoxinas causam hemorragias, anorexia, redução no tamanho dos ovos, redução no ganho de peso e má absorção dos alimentos; e a deoxinivalenol (DON) reduz a produção de ovos. Em suínos as fumonisinas provocam edema pulmonar, hidrotorax e disfunção no coração; aflatoxinas levam a problemas renais, imunossupressão e hemorragias; zearalona causam distúrbios na concepção, abortos e aumento no número de natimortos (SILVA; COTA; COSTA, 2018).

De acordo com os autores, em bovinos as fumonisinas podem causar lesões no fígado; as aflatoxinas podem causar infecção no miocárdio, perda de apetite e síndrome nervosa; a zearalenona pode levar a problemas reprodutivos e queda na produção de leite; e DON em altos níveis pode predispor o animal a mastite e laminite. Em equinos, as fumonisinas levam a distúrbios nervosos e anormalidade nos rins e no fígado; as aflatoxinas causam problemas ao fígado, anorexia, manqueira e depressão; a zearalenona pode levar a abortos, infertilidade, hemorragia interna e atrofia ovariana; e a DON pode causar perda de apetite, danos no sistema digestório, letargia e imunossupressão.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A implantação de métodos de controle de qualidade dentro de uma fábrica de ração minimiza a entrada de matérias-primas de baixa qualidade, bem como os riscos de contaminações e perdas que podem ocorrer decorrentes do armazenamento em condições inadequadas. Nesse sentido, o controle das matérias-primas permite a fabricação de rações de qualidade, que com formulações balanceadas, serão capazes de garantir a segurança alimentar, o atendimento das exigências nutricionais das espécies e a máxima conversão das rações em produção, o que é observado através de uma boa conversão alimentar e elevados índices de ganho de peso.

## REFERÊNCIAS

- AMABILE, R. F.; FERNANDES, F. D.; SANZONOWICZ, C. **Girassol como alternativa para o sistema de produção do cerrado**. Brasília: EMBRAPA Cerrados, 2002. Circular Técnica 20. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/24564/1/cirtec\\_20.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/24564/1/cirtec_20.pdf). Acesso em: 15 mai. 2023.
- ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* **Nutrição animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 2002. Disponível em: <https://portalazam.com.br/wp-content/uploads/2020/06/Nutri%C3%A7%C3%A3o-Animal-1-Andreguetto.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- BELLAVER, C.; SNIZEK JR., P. N. **Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves**. Concórdia: AGA, 1999. Disponível em: [http://www.cnpa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_x5k97v3r.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_x5k97v3r.pdf). Acesso em: 12 abr. 2023.
- BELLAVER, C.; NONES, K. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. *In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA*, 4., 2000, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 18p. Disponível em: [http://www.cnpa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_s3f21x6f.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_s3f21x6f.pdf). Acesso em: 25 mar. 2023.
- BERALDO, A. A.; ARAÚJO, S. L. de. Análise bromatológica dos alimentos consumidos pelo rebanho leiteiro do planalto norte catarinense – região de Canoinhas – SC. **Ágora: revista de divulgação científica**, Canoinhas, v. 16, n. 2, p. 302–317, 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/agora/article/view/119>. Acesso em: 04 mai. 2023.
- BEUS, F. C. **Vivência numa fábrica de rações para alimentação animal**. 2017. 45p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/179719>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo do plantio à colheita**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1022684/trigo-do-plantio-a-colheita>. Acesso em: 09 mai. 2023.
- BÜNZEN, S.; HAESE, D. Controle de micotoxinas na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 3, n. 1, art. 30, p. 299-304, 2006. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Artigo-030.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2023.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade dos ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agros Comunicação, 2002.
- CAMPESTRINI, E. Utilização de equipamento NIRS (near infrared reflectance spectroscopy) nos estudos de valores nutricionais (composição química e digestibilidade) de alimentos para não ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, Maringá, v. 2, n. 5, art. 25, p. 240-251.

Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Artigo-025.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

CARBONE, L. **Farelo de Soja: melhor fonte de proteína para ração animal**. Disponível em: <https://www.3tentos.com.br/triblog/post/13>. Acesso em: 04 abr. 2023.

CARDOSO, E. G. Utilização de subprodutos do algodoeiro na alimentação animal. *In: Algodão – Informações técnicas*. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998, cap. 16. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/241161/utilizacao-de-subprodutos-do-algodoeiro-na-alimentacao-animal>. Acesso em: 24 abr. 2023.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

CORSON, D. C. *et al.* NIRS: Análise de forragem e alimentação de gado. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v. 61, p. 127-132, 1999. Disponível em: <https://www.nzgajournal.org.nz/index.php/ProNZGA/article/view/2340>. Acesso em: 01 jun. 2023.

COUTO, H. P. **Fabricação de rações e suplementos para animais. Gerenciamento e Tecnologias**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2008.

CUSTÓDIO, D. P. *et al.* Ração: Alimento animal perecível. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v. 1, n. 2, p. 131-147, nov., 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/214329/racao-alimento-animal-perecivel>. Acesso em: 12 abr. 2023.

FARONI, L. R. D.; SOUSA, A. H. Os problemas com pragas de armazenamento e as tendências para seu controle na pós-colheita de grãos. *In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA*, 5., 2010, Maracaju. **Anais [...]**. Maracaju: ABRAPÓS, 2010. p. 68-83. Disponível em: [https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/16\\_20160821\\_20-54-21\\_438.pdf](https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/16_20160821_20-54-21_438.pdf). Acesso em: 03 mai. 2023.

FAUSTINO, T. F. *et al.* Utilização da silagem de grão de sorgo reidratado na alimentação animal. **Nucleus Animalium**, v. 10, n. 2, p. 47-60, nov., 2018. Disponível em: <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/animalium/article/view/2892>. Acesso em: 09 mai. 2023.

FREIRE, F. das. C. O. *et al.* **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. Documentos 110. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/427374/micotoxinas-importancia-na-alimentacao-e-na-saude-humana-e-animal>. Acesso em: 15 mai. 2023.

FREIRE, V. A. P. *et al.* Extração e caracterização de urease de soja. *In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.*, 3. CONGRESSO DO INSTITUTO NACIONAL DE FRUTAS TROPICAIS., 2., SEMINÁRIO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., 2011, Recife. **Anais [...]**. Recife: sbCTA, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1104479>. Acesso em: 02 abr. 2023.

FUCILLINI, D. G.; VEIGA, C. H. A. da. Controle da capacidade produtiva de uma fábrica de rações e concentrados: um estudo de caso. **Custos e @gronegocio online**, Recife, v. 10, n. 4, out/dez., 2014. Disponível em:

<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numro4v10/OK%2011%20racoes.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

GALERIANI, T. M.; COSMO, B. M. N. Métodos de determinação de extrato etéreo, proteína bruta e fibra em detergente neutro. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, p. 1-9, 2020.

Disponível em:

<https://www.fcav.unesp.br/Home/ensino/departamentos/cienciasdoproducaoagricola/laboratorioidematologia-labmato/revistaagronomiabrasileira/rab202010.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2023.

GARCIA, D. C. *et al.* A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/kBCLtfwTJhWMrC85CKwxDhq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19 mai. 2023.

GOES, R. H. de T. e B. de; LIMA, H. L. **Técnicas laboratoriais na análise de alimentos**.

Dourados: UFGD, Coleção Cadernos Acadêmicos, 2010. Disponível em:

<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3106>. Acesso em: 04 mai. 2023.

GOES, R. H. de T. e B. de.; SILVA, L. H. X. da.; SOUZA, K. A. de. **Alimentos e alimentação animal**. Dourados: UFGD, 2013. Disponível em:

<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/3074/1/alimentos-e-alimentacao-animal.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

KLEIN, A. A. Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração – uma abordagem prática. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Concórdia. **Anais [...]**. Montenegro: EMBRAPA, 1999.

Disponível em:

[https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/BPF\\_APPCC\\_fabrica\\_ra%C3%A7%C3%B5es.pdf](https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/BPF_APPCC_fabrica_ra%C3%A7%C3%B5es.pdf). Acesso em: 20 mar. 2023.

LANA, R. P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. 2º ed. revista. Viçosa: Suprema gráfica e editora, 2007.

LIMA, C. B. *et al.* Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 24-33, 2014. Disponível em:

<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/452/pdf-36>. Acesso em: 26 mar. 2013.

LIMA, H. F. F. *et al.* Farelo de girassol na alimentação de aves Label Rouge em crescimento no ambiente equatorial. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 1, p. 56-60, 2013. Disponível em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/2759>. Acesso em: 15 mai. 2023.

LIMA, J. de. *et al.* Controle de pragas de grãos armazenados: uso e aplicação de fosfetos.

**Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v. 5, n. 4, 2012.

LIMA, M. R. de. *et al.* ATIVIDADE UREÁTICA. **Revista Eletrônica Nutritime**, Mossoró, art.145, v. 8, n. 5, p. 1606-1611, 2011. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-145.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

LORINI, I. **Perdas anuais em grãos armazenados chegam a 10% da produção nacional**. Visão agrícola, v. 13, p. 127-129, 2015. Disponível em: [http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Colheita\\_armazenamento-artigo3.pdf](http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Colheita_armazenamento-artigo3.pdf). Acesso em: 03 mai. 2023.

LUZ, A. C. F. da.; OLIVEIRA, L. B. de. A Implantação das Regras de Segurança de Alimentos como Fator de Melhoria para a Indústria de Ração Animal. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, Recife, v. 4, n. 1, p. 154-164, 2019. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/rep/article/view/978>. Acesso em: 12 abr. 2023.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 268, de 23 de agosto de 1984. Normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do sorgo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 ago. 1984.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 65, de 19 de fevereiro de 1993. Aprova as normas de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do alpiste, da ervilha, da lentilha, do girassol e da mamona. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 fev. 1993.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 63, de 06 de dezembro de 2002. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Algodão em Pluma. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 dez. 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 04, de 23 de fevereiro de 2007. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal e roteiro de inspeção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 fev. 2007a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-4-de-23-de-fevereiro-de-2007.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2023.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 16 de maio de 2007. Regulamento técnico da soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 mai. 2007b.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 01 de dezembro de 2010. Regulamento técnico do trigo, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto, na forma dos anexos à presente instrução normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 dez. 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2011. Regulamento técnico do milho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2011.

MENDES, W. S. *et al.* Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. Scielo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 207-213, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/k76kRXq477mCzMMSB8xyrhK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 mar. 2023.

MENEZES, R. G. D. **Boas Práticas de Fabricação (BPF) como ferramenta de controle de qualidade em fábricas de rações**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/190014>. Acesso em: 02 abr. 2023.

MIZUBUTI, I. Y. *et al.* **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. Londrina: Eduel, 2009.

MOREIRA, F. B. Subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v. 2, n. 36, art. 356, 2008. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/material/Moreira20wf.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2023.

MORITZ, A. *et al.* Comparação de métodos para a determinação do teor de umidade em grãos de milho e de soja. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 145-154, 2012.

OLIVEIRA, A. R. P.; BORGES, W. S.. Avaliação da importância do controle de qualidade na produção de ração animal extrusada: um estudo de caso. **Getec**, Itumbira, v. 7, n. 15, p.81-88, 2018. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/1172>. Acesso em: 12 abr. 2023.

OLIVO, T. *et al.* Determinação da umidade da soja por medida capacitiva. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, 18., 2010, Bonito. **Anais [...]**. Bonito: SBA, 2010. p. 4195-4201. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Errera/publication/266056912\\_DETERMINACAO\\_DA\\_UMIDADE\\_DA\\_SOJA\\_POR\\_MEDIDA\\_CAPACITIVA/links/556338e408ae6f4dcc96ddae/DETERMINACAO-DA-UMIDADE-DA-SOJA-POR-MEDIDA-CAPACITIVA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Errera/publication/266056912_DETERMINACAO_DA_UMIDADE_DA_SOJA_POR_MEDIDA_CAPACITIVA/links/556338e408ae6f4dcc96ddae/DETERMINACAO-DA-UMIDADE-DA-SOJA-POR-MEDIDA-CAPACITIVA.pdf). Acesso em: 19 mai. 2023.

LOCATELLI, J F. P.; NARDI JUNIOR, G. Importância do pré-dipping e pós-dipping no controle da mastite bovina. *In*: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 5., 2016, Botucatu. **Anais [...]**. Botucatu: FATEC, 2016. p. 1-6.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA milho e sorgo, 2006. Circular Técnica 75. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/489376/aspectos-fisicos-quimicos-e-tecnologicos-do-grao-de-milho>. Acesso em: 25 mar. 2023.

PEREIRA, A.; MACHADO, L. C.; NORONHA, C. M. S. Controle de qualidade na produção de rações. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 29, ed. 134, Art. 909, 2010. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/2495>. Acesso em: 12 abr. 2023

PEREIRA, D. R. M. *et al.* Uso do girassol (*Helianthus annuus*) na alimentação animal: aspectos produtivos e nutricionais. **Veterinária e Zootecnia**, v. 23, n. 2, p. 174-183, 2016. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/638>. Acesso em: 09 mai. 2023.

PILECCO, M. *et al.* Treinamentos de boas práticas de fabricação de rações, qual a frequência ideal? **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 17, p. 295-302, 2012. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1213/1102>. Acesso em: 30 mar. 2023.

PORTELA, C. L.; ARALDI, D. F.; MACHADO, J. M. Trigo para a produção de silagem: revisão de literatura. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 24., 2019, Cruz Alta. **Anais[...]**. Cruz Alta: UNICRUZ, 2019. 4p. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2019/XXIV%20SEMINARIO%20INTERINSTITUCIONAL/Mostra%20de%20Iniciacao%20Cientifica/Ciencias%20Exatas,%20agrarias%20e%20engenharias/RESUMO%20EXPANDIDO/TRIGO%20PARA%20A%20PRODU%20C%2087%20C%2083O%20DE%20SILAGEM%20-%20REVIS%20C%2083O%20DE%20LITERATURA%20-%208800.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2023.

RASCHEN, M. R. *et al.* Determinação do teor de umidade em grãos empregando radiação micro-ondas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 925-930, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/YTnzdWjCzMkFQrdmd3DC5GN/?lang=pt>. Acesso em: 19 mai. 2023.

RECH, A. F. Amostragem de alimentos para análise bromatológica. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 33-36, 2018. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/47/207>. Acesso em: 16 mai. 2023.

RECH, A. F. *et al.* Como coletar amostras de alimentos para análise bromatológica: Alimentação de ruminantes. **Boletim Didático**, Florianópolis, n. 158, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/BD/article/view/1074>. Acesso em: 16 mai. 2023.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2010. Documentos 306. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/884390/metodos-de-analises-bromatologicas-de-alimentos-metodos-fisicos-quimicos-e-bromatologicos>. Acesso em: 4 mai. 2023.

RODRIGUES, J. A. S. *et al.* Utilização do sorgo na nutrição animal. In: PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S. (org.). **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. Cap. 14, p. 229-246. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1015634/utilizacao-do-sorgo-na-nutricao-animal>. Acesso em: 31 mai. 2023.

SANTOS, F. G. *et al.* **Híbrido de sorgo granífero BRS 310**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. Comunicado Técnico 101. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de->

[publicacoes/-/publicacao/484881/hibrido-de-sorgo-granifero-brs-310](#). Acesso em: 22 jun. 2023.

SANTOS, J. P. **Controle de pragas durante o armazenamento de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Circular Técnica 84. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/490416/controle-de-pragas-durante-o-armazenamento-de-milho>. Acesso em: 24 abr. 2023.

SARMENTO, H. G. S. *et al.* Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-manso por métodos alternativos. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 249-256, 2015. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/1005>. Acesso em: 19 mai. 2023.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Grãos: classificação de soja e milho**. Brasília: SENAR, 2017. Coleção Senar 178. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/178-GR%C3%83OS.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2023.

SILVA, D. D. da.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da. Importância das micotoxinas em sistemas produtivos de grãos. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 32., 2018, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. cap. 16, p. 435-462. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1095410>. Acesso em: 15 mai. 2023.

SILVA, J. **Comparação entre a metodologia oficial e uma metodologia alternativa para determinação de atividade ureática em farelo de soja**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26648>. Acesso em: 02 jun. 2023.

TARDIN, F. D.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 4ª ed. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35210/1/Cultivares.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2023.

THIAGO, L. R. L. de. S.; SILVA, J. M. da. **Soja na alimentação de bovinos**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003. Circular técnica 31. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/321033>. Acesso em: 04 abr. 2023.

UNGARO, M. R. G. *et al.* Girassol. *In*: MONTEIRO, J.E.B.A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 205-221. Disponível: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/579641/girassol>. Acesso em: 05 jun. 2023.