

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BARBARA STAVINSKI PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE
DIETAS ANIMAIS ELABORADAS EM AMBIENTE ACADÊMICO: UM ESTUDO DE
CASO NA UTFPR - CAMPUS DOIS VIZINHOS**

DOIS VIZINHOS

2026

BARBARA STAVINSKI PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE
DIETAS ANIMAIS ELABORADAS EM AMBIENTE ACADÊMICO: UM ESTUDO DE
CASO NA UTFPR - CAMPUS DOIS VIZINHOS**

**Evaluation of the physicochemical and microbiological quality of animal diets
prepared in an academic environment: a case study at utfpr - campus dois
vizinhos**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Milene Oliveira Pereira

Coorientador(a): Marcela Tostes Frata

DOIS VIZINHOS

2026



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BARBARA STAVINSKI PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE
DIETAS ANIMAIS ELABORADAS EM AMBIENTE ACADÊMICO: UM ESTUDO DE
CASO NA UTFPR - CAMPUS DOIS VIZINHOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 17 de junho de 2026

Milene Oliveira Pereira

Doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná, Brasil (2014)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

Lilian Regina Rothe Mayer

Doutorado em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil (2017)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

Hellen Melo Barbosa

Mestranda em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Brasil (2026)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

DOIS VIZINHOS

2026

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, antes de tudo, a Deus e à minha família, com imensa gratidão e carinho, por terem despertado e fortalecido em mim, desde cedo, o amor, o respeito e a admiração pelos animais.

Às pessoas que compreendem a importância de cuidar, proteger e valorizar todas as formas de vida, reconhecendo que cada animal merece atenção, bem-estar e dignidade.

E, por fim, a todos que têm a felicidade de compartilhar sua vida com um animal, encontrando nele companhia, afeto, lealdade e ensinamentos que tornam a caminhada mais especial.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por me guiar, fortalecer e iluminar meu caminho durante toda esta trajetória. Foi por meio da fé que encontrei coragem para superar os desafios, aprender com as dificuldades e seguir em frente em busca dos meus objetivos.

À minha mãe, Eliane Stavinski Pereira, por ser meu maior exemplo de determinação, amor e dedicação. Obrigada por sempre acreditar no meu potencial, por me incentivar a seguir meus sonhos e por estar ao meu lado em todos os momentos, especialmente quando as dificuldades pareciam maiores que minhas forças. Sua confiança em mim foi essencial para que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai, Marcos Sérgio Pereira, por todo o amor, apoio e preocupação ao longo dessa caminhada. Mesmo distante em alguns momentos, nunca deixou de demonstrar seu carinho e cuidado, sempre presente por meio de palavras de incentivo, conselhos e gestos que me deram segurança para continuar. Sou imensamente grata por tudo o que fizeram por mim.

À minha irmã, Natalia Stavinski Pereira, por toda a parceria, amizade e pelos conhecimentos compartilhados ao longo desses anos. Como futura colega de profissão, você foi uma inspiração importante durante minha formação. Obrigada por estar presente, por me apoiar e por dividir comigo experiências que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

À minha irmã, Renata Stavinski Pereira, pelo carinho, incentivo e por sempre torcer pelas minhas conquistas. Aos meus queridos sobrinhos, João Miguel Pereira Petricovski e Julia Pereira Petricovski, deixo um agradecimento muito especial. Vocês trouxeram alegria, leveza e amor aos meus dias, mesmo nos períodos mais difíceis da graduação. O sorriso, o abraço e o carinho de vocês foram capazes de renovar minhas energias e me lembrar da importância de seguir em frente. Saber que acompanham minhas conquistas com tanto orgulho tornou essa caminhada ainda mais significativa.

Ao meu companheiro, Louis Felipe Werneck Lange, por todo o amor, paciência, compromisso e incentivo durante esta jornada. Obrigada por compreender minhas ausências, compartilhar minhas preocupações e celebrar cada conquista ao meu lado. Seu apoio foi fundamental para que eu mantivesse a confiança e a motivação ao longo dessa etapa. Agradeço também à sua família, pelo acolhimento, carinho e torcida constante.

Aos meus padrinhos, Fátima Aparecida e José Iracir, pelo afeto, apoio e incentivo em todos os momentos. Sou muito grata por todo o cuidado e pelas palavras de encorajamento que sempre me acompanharam.

À Dona Jandira e ao Seu Anselmo, que me receberam com tanto carinho e fizeram com que eu me sentisse em casa mesmo longe da minha família. Ao Emerson, à Andressa e ao Murilo, pela amizade, acolhida e pelos momentos compartilhados. O apoio de vocês tornou essa fase muito mais tranquila e especial.

Às minhas amigas e companheiras de moradia, Hanna Paula Martinkoski, Beatriz Antonia Nunes e Thalita da Luz, por dividirem comigo muito mais do que um lar. Obrigada pela amizade, pelas conversas, pelos momentos de descontração e por todo o apoio nos desafios enfrentados durante a graduação. A convivência com vocês tornou essa experiência inesquecível.

Às minhas amigas e futuras colegas de profissão, Gisele Farias e Natalia Karloh, pela amizade sincera, parceria e companheirismo ao longo desses anos. Obrigada por compartilharem comigo os desafios da vida acadêmica, os aprendizados, as conquistas e também os momentos de descontração que tornaram essa caminhada mais leve.

A todos os meus familiares e às pessoas que, de alguma forma, se fizeram presentes durante essa trajetória, oferecendo apoio, incentivo, carinho e palavras de motivação. Cada gesto de amizade, compreensão e incentivo contribuiu para que eu alcançasse este momento tão importante.

Também deixo minha gratidão àqueles que hoje não estão mais entre nós, mas que, de alguma maneira, fizeram parte da minha caminhada e deixaram marcas

especiais em minha vida. Suas lembranças, ensinamentos e o carinho compartilhado permanecem vivos em meu coração e segue me inspirando diariamente.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, e ao Curso de Zootecnia, pela oportunidade de crescimento acadêmico e profissional, proporcionando os conhecimentos e experiências que fizeram parte da minha formação.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Milene Oliveira Pereira, pela orientação, dedicação, disponibilidade e pelos conhecimentos compartilhados ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Agradeço pela confiança, pelos ensinamentos e pelo acompanhamento fundamental para a realização desta pesquisa.

À minha coorientadora, Prof.^a Dra. Marcela Tostes Frata, pelas contribuições, sugestões e apoio durante a realização deste estudo. Agradeço pela disponibilidade e pelos conhecimentos compartilhados, que auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica, pela dedicação ao ensino, pelos conhecimentos transmitidos e por contribuírem para minha construção profissional e pessoal.

Por fim, agradeço aos animais, que despertaram em mim a paixão pela Zootecnia e motivaram minha escolha profissional. São eles a razão pela qual busco constantemente aprender, evoluir e exercer minha profissão com responsabilidade, respeito e dedicação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste sonho, deixo meu sincero agradecimento.

RESUMO

A qualidade das rações é um fator determinante para o desempenho zootécnico, a saúde e o bem-estar dos animais, além de exercer influência direta sobre a segurança da cadeia produtiva de alimentos de origem animal. Nesse contexto, o controle de qualidade de matérias-primas e rações produzidas em ambientes acadêmicos torna-se essencial para garantir a confiabilidade de resultados em atividades de ensino, pesquisa e extensão, bem como assegurar a adequação dos produtos destinados à alimentação animal. O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química, bromatológica e microbiológica de matérias-primas e rações produzidas na Fábrica de Rações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Dois Vizinhos. As amostras foram coletadas na unidade de produção e analisadas nos laboratórios da instituição, sendo avaliados parâmetros físico-químicos como pH (variando entre aproximadamente 5,8 e 6,7), índice de acidez (entre 0,4 e 1,2%), densidade aparente (de 450 a 620 kg/m³) e granulometria (com predominância de partículas entre 0,5 e 1,5 mm), além da composição bromatológica e da quantificação microbiológica de bolores e leveduras (valores entre 10² e 10⁴ UFC/g) e coliformes totais (inferiores a 10² UFC/g na maioria das amostras). As análises foram conduzidas por metodologias laboratoriais padronizadas e os resultados foram comparados com dados da literatura científica, sendo tratados por análise descritiva. De forma geral, os resultados demonstraram que as matérias-primas e rações avaliadas apresentaram padrões compatíveis com os recomendados para alimentação animal, indicando boas condições de processamento, armazenamento e higiene durante a produção. Conclui-se que o monitoramento contínuo desses parâmetros é fundamental para manter a qualidade das rações produzidas na instituição, contribuindo para a melhoria das boas práticas de fabricação e para a segurança e eficiência na nutrição animal.

Palavras-chave: nutrição animal; controle de qualidade; rações animais; microbiologia; bromatologia.

ABSTRACT

Feed quality is a determining factor for animal zootechnical performance, health, and welfare, while also directly influencing the safety of the animal-derived food production chain. In this context, quality control of raw materials and feeds produced in academic settings is essential to ensure the reliability of results in teaching, research, and extension activities, as well as to guarantee the suitability of products intended for animal feeding. This study aimed to evaluate the physicochemical, bromatological, and microbiological quality of raw materials and feeds produced at the Feed Mill of the Federal University of Technology – Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos Campus. Samples were collected at the production unit and analyzed in the institution's laboratories. Physicochemical parameters evaluated included pH (ranging from approximately 5.8 to 6.7), acidity index (between 0.4% and 1.2%), bulk density (450 to 620 kg/m³), and particle size (predominantly between 0.5 and 1.5 mm), in addition to bromatological composition and microbiological quantification of molds and yeasts (values between 10² and 10⁴ CFU/g) and total coliforms (below 10² CFU/g in most samples). Analyses were conducted using standardized laboratory methods, and results were compared with scientific literature data and subjected to descriptive analysis. Overall, the results demonstrated that the evaluated raw materials and feeds met standards recommended for animal nutrition, indicating good processing, storage, and hygiene conditions during production. It is concluded that continuous monitoring of these parameters is fundamental to maintaining the quality of feeds produced at the institution, contributing to the improvement of good manufacturing practices and to safety and efficiency in animal nutrition.

Keywords: animal nutrition; quality control; animal feed; microbiology; bromatology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 Rações na produção animal.....	14
3.2 Qualidade da ração - características físico-química	16
3.3 Qualidade microbiológica e boas práticas.....	17
3.4 Armazenamento e biossegurança	19
3.5 Legislação e controle oficial	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Local de estudo	22
4.2 Coleta e amostragem	22
4.3 Análises bromatológicas	23
4.4 Análises físico-químicas.....	23
4.4.1 Determinação da granulometria da ração	23
4.4.2 Determinação da densidade aparente	24
4.4.3 Determinação do pH	24
4.4.4 Determinação do índice de acidez	24
4.4.5 Avaliação de odor e textura.....	24
4.5 Análises microbiológicas	24
4.5.1 Contagem de bolores e leveduras.....	25
4.5.2 Determinação de coliformes totais	25
4.6 Análise de dados	25

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Avaliação das matérias-primas	26
5.2 Composição bromatológica das rações completas	28
5.3 Avaliação do pH, índice de acidez e densidade aparente.....	30
5.4 Avaliação granulométrica.....	32
5.5 Avaliação de fungos totais	34
5.6 Avaliação de coliformes totais	36
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A nutrição animal desempenha papel estratégico na agropecuária contemporânea, sendo determinante para a saúde, desempenho zootécnico e bem-estar dos animais. Com o aumento da demanda por alimentos de origem animal, houve expressivo aumento na produção de rações destinadas à alimentação animal no Brasil. De acordo com dados globais do setor, a produção brasileira de ração expandiu 2,8%, alcançando a marca de 89,9 milhões de toneladas, o que posiciona o país como o terceiro maior produtor mundial, atrás apenas da China e dos Estados Unidos. Entre os setores nacionais que mais demandam esses insumos, destacam-se a avicultura de corte, a suinocultura, a aquicultura e o segmento de animais de companhia (Alltech, 2026).

No cenário nacional, o Estado de São Paulo se destaca estrategicamente na produção de ração animal, enquanto o Estado do Paraná consolida-se como o principal polo consumidor desses insumos no Brasil. Essa expressiva demanda paranaense ocorre em virtude de sua liderança no setor de proteína animal, sendo responsável por cerca de 34,4% do abate nacional de frangos de corte e 21,2% da produção de suínos (Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, 2026). Esse contexto evidencia a necessidade de garantir não apenas a formulação adequada das rações, mas também a qualidade e segurança durante seu armazenamento, transporte, manuseio e fornecimento.

Nesse contexto, a Fábrica de Rações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR, 2026) atua como o núcleo operacional de alimentação animal da instituição. A unidade possui estrutura dedicada ao recebimento, armazenamento e processamento de rações fareladas para atender às demandas de pesquisa e produção de diversas espécies, como aves, suínos e bovinos. O processo produtivo compreende etapas críticas de controle, incluindo a moagem e a mistura dos ingredientes que compõem a base nutricional utilizada em todo o *campus*.

Além da função produtiva, a unidade desempenha papel estratégico na formação acadêmica dos estudantes de Zootecnia. O setor configura-se como um ambiente de aprendizagem prática, permitindo o contato direto com etapas fundamentais da nutrição animal, desde o controle de qualidade até a distribuição das dietas. Consequentemente, a qualidade das rações produzidas impacta diretamente

não apenas o desempenho produtivo dos animais, mas também a confiabilidade das atividades de ensino, pesquisa e extensão, o que reforça a necessidade de um monitoramento sistemático dessas operações.

Considerando que fatores como diversidade alimentar e controle sanitário influenciam a saúde animal, torna-se fundamental verificar a conformidade das práticas adotadas. Por se tratar de uma universidade pública, o cumprimento da legislação vigente é indispensável para assegurar a integridade das ações desenvolvidas e a excelência na formação acadêmica. Um dos principais desafios nesse ambiente reside na necessidade de um monitoramento sistemático, visto que falhas no armazenamento ou no manuseio podem comprometer a estabilidade físico-química e favorecer a contaminação microbiológica, comprometendo tanto a saúde dos animais quanto a precisão dos dados experimentais.

Desta forma, a realização de análises físico-químicas e microbiológicas em rações armazenadas permite identificar possíveis inconformidades, orientar correções na prática de manejo e subsidiar a implementação de protocolos de qualidade. Nesse aspecto, o Brasil (2024), por meio do Decreto nº 12.031 de 28 de maio de 2024, que regulamenta a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal, reforça a importância do monitoramento contínuo desses insumos, visando garantir a sua estabilidade físico-química, conformidade legal e ausência de contaminantes.

Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de rações armazenadas, identificando possíveis inconformidades relacionadas às características físico-químicas, bromatológicas e microbiológicas das amostras analisadas. A partir dos resultados obtidos, buscou-se não apenas apresentar o panorama atual das amostras, mas também estabelecer diretrizes e recomendações técnicas voltadas à correção de eventuais desvios em relação à legislação vigente. Dessa forma, pretende-se contribuir com o aprimoramento das práticas de armazenamento e do controle de qualidade em ambientes acadêmicos, promovendo a segurança dos alimentos destinados aos animais, a responsabilidade institucional e a formação técnica dos estudantes envolvidos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade físico-química, bromatológica e microbiológica de matérias-primas e rações completas produzidas na fábrica de rações da UTFPR, Campus Dois Vizinhos.

2.2 Objetivos específicos

Determinar os teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, matéria mineral e extrativos não nitrogenados (carboidratos) nas matérias-primas e rações;

Avaliar os parâmetros físico-químicos das amostras, compreendendo a granulometria, densidade aparente, potencial hidrogeniônico (pH), índice de acidez, odor e textura;

Verificar as características higiênico-sanitárias dos produtos por meio da contagem de bolores e leveduras e da determinação de coliformes totais;

Avaliar criticamente os resultados obtidos frente aos padrões descritos na literatura científica nacional, identificando possíveis limitações analíticas ocorridas nos métodos de rotina laboratorial;

Propor estratégias e diretrizes para o aprimoramento das práticas de armazenamento e do controle de qualidade institucional, visando a correção de eventuais inconformidades e a segurança dos produtos produzidos na unidade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Rações na produção animal

A alimentação é, sem dúvida, um dos pilares fundamentais para o sucesso da produção animal moderna, exercendo influência direta e profunda sobre o desempenho zootécnico, a saúde, o bem-estar e, consequentemente, a rentabilidade dos sistemas de criação (Santos; Foroni; Oliveira, 2022). Em um cenário global de crescente demanda por proteínas de origem animal e com o avanço contínuo da genética e da intensificação dos sistemas de produção, a exigência por programas nutricionais cada vez mais eficientes e precisos tornou-se imperativa. Nesse contexto, a utilização de rações balanceadas não é apenas uma conveniência, mas uma estratégia essencial, pois garante o fornecimento dos nutrientes necessários em proporções adequadas às exigências nutricionais de cada espécie e fase produtiva, otimizando os resultados produtivos, minimizando o desperdício e, em última instância, contribuindo para a sustentabilidade da atividade pecuária (Andrade, 2020).

Em diversas cadeias produtivas de grande escala, como a avicultura e a suinocultura, os custos com alimentação podem representar a maior parcela das despesas operacionais, frequentemente ultrapassando 70% do custo total de produção (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2025). Essa expressiva participação no orçamento da fazenda sublinha a criticidade de uma gestão eficiente da nutrição. Garantir o equilíbrio entre qualidade nutricional, viabilidade econômica e desempenho animal constitui um desafio contínuo para técnicos, nutricionistas e produtores, exigindo monitoramento constante e adaptações às variações do mercado de insumos (Klein, 2024).

Adicionalmente, a qualidade dos ingredientes é determinante tanto para o valor nutricional da ração quanto para a prevenção de riscos sanitários. Matérias-primas deterioradas, contaminadas por microrganismos, como fungos produtores de micotoxinas, ou armazenadas inadequadamente podem comprometer a saúde animal, reduzir a eficiência da conversão alimentar e gerar perdas econômicas substanciais (Pimenta, 2019; Silva, 2022). Portanto, a implementação de um rigoroso controle de qualidade em todos os insumos é essencial para assegurar a eficácia nutricional e a biossegurança do produto final, protegendo o investimento e a saúde do rebanho.

Além da formulação refinada e do controle rigoroso dos ingredientes, o processamento nas fábricas de ração é uma etapa que exige atenção criteriosa. A forma como os ingredientes são recebidos, armazenados, moídos, misturados e submetidos a tratamentos térmicos (como peletização ou extrusão) influencia diretamente a homogeneidade da mistura, a estabilidade física do produto e a biodisponibilidade dos nutrientes no organismo dos animais (Agronfood Academy, 2022). A peletização, um processo que envolve calor, umidade e pressão, não só melhora a densidade e a palatabilidade da ração, mas também contribui para a melhora da conversão alimentar, a redução do desperdício, a diminuição de microrganismos patogênicos e a estabilidade dos nutrientes, impactando positivamente o desempenho animal (Kuffel, 2023; Vieira, 2019). A ausência de padronização ou falhas em qualquer uma dessas etapas pode resultar em rações nutricionalmente desbalanceadas, com risco de perdas nutricionais, contaminações cruzadas ou redução da eficiência alimentar.

O setor de produção de rações no Brasil apresenta crescimento contínuo e elevada importância estratégica para o agronegócio nacional. Dados do relatório *Alltech Agri-Food Outlook 2024* revelam que a produção de rações no Brasil atingiu aproximadamente 83,32 milhões de toneladas métricas em 2023, representando um crescimento de 1,84% em comparação ao ano anterior (Alltech, 2024). Esse volume expressivo não apenas atende às necessidades das principais cadeias produtivas de proteína animal, como aves, suínos, bovinos (corte e leite), pets e aquicultura, mas também posiciona o Brasil como um dos líderes mundiais no setor. O contínuo aumento na produção de rações reflete a robustez e a relevância econômica do agronegócio brasileiro, o que impulsiona diversas indústrias correlatas, incluindo as de insumos agrícolas, equipamentos para fábricas de ração e serviços de consultoria nutricional.

A relevância da nutrição animal no país estende-se para além das fronteiras da produção pecuária, impactando diretamente a cadeia de grãos (como milho e soja), o setor químico (na produção de aditivos) e, em última instância, a segurança alimentar humana. A nutrição animal é um elo fundamental na promoção da sustentabilidade do agronegócio nacional, uma vez que a otimização do uso de nutrientes nas dietas pode levar à redução da excreção de poluentes, à menor demanda por terra e água por unidade de produto animal e à melhoria da eficiência na conversão de alimentos em proteína de alta qualidade (Chichel, 2025; Pereira *et al.*, 2023). A busca por dietas

mais eficientes e sustentáveis é uma tendência global, impulsionada pela necessidade de alimentar uma população crescente com menor impacto ambiental.

Portanto, compreender o papel das rações na produção animal é essencial para aprofundar a discussão sobre sua qualidade e segurança. A complexidade envolvida desde a seleção da matéria-prima até o produto final exige uma abordagem integrada e o uso de tecnologias avançadas. A seguir, foram abordados os critérios físico-químicos e microbiológicos que determinam essa qualidade, bem como as legislações e normativas que orientam sua produção e comercialização, assegurando que os alimentos fornecidos aos animais promovam sua saúde, bem-estar e uma produção eficiente e segura.

3.2 Qualidade da ração - características físico-química

A qualidade das rações destinadas à alimentação animal é um fator determinante para assegurar a saúde, o desempenho produtivo e o bem-estar dos animais. Essa qualidade é avaliada por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, que permitem avaliar tanto o valor nutricional quanto a segurança dos alimentos destinados à alimentação animal. A análise desses parâmetros permite identificar possíveis contaminações, degradações ou desequilíbrios nutricionais que possam comprometer a eficiência alimentar e a saúde dos animais (Fialho, 2021).

Do ponto de vista físico-químico, aspectos como umidade, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e matéria mineral são fundamentais para a avaliação da qualidade da ração. A análise desses componentes é crucial, sendo a maioria desses componentes expressa com base na matéria seca (Santos, 2023), que representa o material da ração após a remoção da água.

A umidade influencia diretamente a estabilidade e a conservação da ração, uma vez que teores elevados favorecem alterações físicas e químicas durante o armazenamento, enquanto valores muito baixos podem comprometer determinadas características tecnológicas do produto. A proteína bruta representa a principal fonte de nitrogênio da dieta, sendo indispensável para o crescimento, manutenção e reparação dos tecidos animais. O extrato etéreo corresponde à fração lipídica da ração, fornecendo energia concentrada e ácidos graxos essenciais, especialmente importantes em fases de elevada exigência nutricional. A fibra bruta desempenha

papel importante no funcionamento do trato gastrointestinal e na digestibilidade dos nutrientes, variando sua importância conforme a espécie animal, enquanto a matéria mineral representa a fração inorgânica do alimento, responsável pelo fornecimento de macro e microminerais necessários às funções fisiológicas do organismo.

Além da composição bromatológica, outros parâmetros físico-químicos também são empregados na avaliação da qualidade das rações. A granulometria influencia a homogeneidade da mistura, o consumo pelos animais e a eficiência dos processos industriais. A densidade aparente está relacionada ao transporte, armazenamento e capacidade de compactação do produto, enquanto o índice de acidez constitui um importante indicador do estado de conservação dos lipídios, permitindo identificar processos de hidrólise e deterioração das gorduras. Embora o pH não seja um parâmetro rotineiramente utilizado na avaliação de rações secas, sua determinação pode fornecer informações complementares sobre a estabilidade de determinados ingredientes e possíveis alterações decorrentes do armazenamento.

Dessa forma, a avaliação das características físico-químicas constitui uma etapa fundamental do controle de qualidade das rações, permitindo verificar sua composição nutricional, estabilidade e adequação às exigências dos animais. Esses parâmetros fornecem informações essenciais para assegurar a qualidade tecnológica e nutricional dos alimentos destinados à alimentação animal, contribuindo para maior eficiência produtiva e segurança na utilização das rações.

3.3 Qualidade microbiológica e boas práticas

A qualidade microbiológica das rações é um dos principais fatores relacionados à segurança dos alimentos destinados à alimentação animal. A presença de microrganismos, como fungos, leveduras e bactérias de interesse sanitário, pode comprometer o valor nutricional da ração, reduzir o desempenho dos animais e favorecer o desenvolvimento de enfermidades, além de representar potenciais riscos à saúde pública, devido à possibilidade de transmissão de zoonoses (Almeida Júnior *et al.*, 2021). A contaminação microbiológica pode ocorrer em diferentes etapas da cadeia produtiva, desde a obtenção das matérias-primas até o processamento, armazenamento e distribuição do produto final (Cruz, 2023).

Entre os principais contaminantes microbiológicos destacam-se os fungos filamentosos, responsáveis pela produção de micotoxinas, como aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxinas, zearalenona e tricotecenos (Maciel, 2023; Marcon *et al.*, 2013; Soares, 2024). Esses metabólitos secundários apresentam elevada estabilidade e podem permanecer nos alimentos mesmo após o processamento industrial, ocasionando imunossupressão, alterações hepáticas, distúrbios reprodutivos, redução do desempenho zootécnico e expressivos prejuízos econômicos (Awuchi *et al.*, 2021).

A prevenção da contaminação microbiológica depende da adoção de programas de controle de qualidade baseados nas Boas Práticas de Fabricação (BPF), nos Procedimentos Operacionais Padrão (POP) e na Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), ferramentas que contribuem para prevenir contaminações e assegurar a produção de alimentos seguros (Dominguez; Medeiros; Cardinal, 2024). Essas práticas incluem a seleção criteriosa de fornecedores, o controle da qualidade das matérias-primas, a higienização das instalações e equipamentos, a capacitação contínua dos colaboradores e o monitoramento dos processos produtivos (Almeida Júnior *et al.*, 2021).

Além da adoção dessas medidas preventivas, o monitoramento microbiológico periódico das matérias-primas e das rações é indispensável para verificar a conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação vigente e identificar precocemente possíveis fontes de contaminação (Reineri, 2017). Quando necessário, podem ser empregados conservantes antifúngicos, como o propionato de cálcio e outros ácidos orgânicos, que auxiliam na inibição do desenvolvimento de fungos e contribuem para a manutenção da qualidade microbiológica dos alimentos (Soares, 2024).

Em conjunto, a adoção de boas práticas de fabricação, associada ao monitoramento microbiológico contínuo, constitui uma das principais estratégias para garantir a inocuidade das rações e minimizar riscos sanitários ao longo da cadeia produtiva. Entretanto, para que essas medidas sejam efetivas, é indispensável que as condições de armazenamento e biossegurança sejam adequadas, uma vez que influenciam diretamente a conservação do produto e o controle da contaminação microbiológica.

3.4 Armazenamento e biossegurança

A etapa de armazenamento da ração, posicionada entre a produção e a entrega aos animais, configura-se como um elo crítico na cadeia de suprimentos da nutrição animal. Sua importância reside na preservação da qualidade nutricional e da segurança sanitária do produto. Condições inadequadas de estocagem podem culminar em degradação de nutrientes, oxidação de lipídios e, notavelmente, na proliferação de microrganismos e pragas, resultando em perdas econômicas e comprometendo a saúde e o desempenho dos animais (Aqualab, 2024; Reineri, 2017; Soares, 2024). Desse modo, a implementação de rigorosas medidas de armazenamento e a adoção de protocolos de biossegurança tornam-se indispensáveis para mitigar a introdução e a disseminação de patógenos através do alimento (Gebhardt *et al.*, 2024; Kansas State University, 2023).

O controle de temperatura e umidade é o pilar central para mitigar a deterioração da ração. A umidade elevada, especialmente quando combinada com temperaturas amenas a altas, favorece o desenvolvimento de fungos e, conseqüentemente, a produção de micotoxinas. A atividade de água (A_w) da ração é um indicador crítico, com valores superiores a 0,70 considerados favoráveis para a proliferação da maioria dos fungos de campo e de armazenamento (Aqualab, 2024; Soares, 2024). Para tal, sistemas de aeração e ventilação em silos e armazéns são essenciais, pois contribuem para a redução da temperatura da massa de grãos e ração e o controle da umidade, prevenindo a condensação e a formação de bolsões de umidade que propiciam o desenvolvimento microbiano e focos de pragas (Devilla *et al.*, 2004).

A biossegurança nas instalações de armazenamento abrange um conjunto de estratégias e práticas destinadas a proteger a ração de contaminações biológicas e químicas. Um programa robusto deve ser integrado e multifacetado, englobando o manejo de pragas. Insetos, como carunchos e traças, e roedores, como ratos e camundongos, são vetores de patógenos e fungos, além de causarem perdas diretas por consumo e contaminação. Programas de controle integrado de pragas (MIP), incluindo inspeções regulares, barreiras físicas e saneamento adequado, são cruciais para manter as instalações livres desses vetores, sendo a limpeza de resíduos uma medida básica e eficaz (Fialho, 2021; Reineri, 2017). Adicionalmente, a higiene e

saneamento rotineiros de equipamentos, pisos e superfícies são fundamentais para reduzir a carga microbiana ambiental, prevenindo o acúmulo de substrato para microrganismos e pragas, e exigindo procedimentos operacionais padronizados (POP) rigorosamente seguidos (Dominguez; Medeiros; Cardinal, 2024; Harrison *et al.*, 2023).

Outro aspecto crucial da biossegurança é o fluxo de materiais, com a implementação de um sistema PEPS (Primeiro que Entra, Primeiro que Sai) para garantir a utilização da ração mais antiga e minimizar o risco de deterioração por tempo prolongado de armazenamento (Fialho, 2021). A integridade estrutural das instalações também é vital, com armazéns e silos projetados para proteger a ração de intempéries, umidade do solo e entrada de animais (Gebhardt *et al.*, 2024; Harrison *et al.*, 2023). Por fim, a capacitação contínua do pessoal envolvido no manuseio e armazenamento da ração é um pilar da biossegurança, assegurando que os colaboradores estejam bem-informados sobre os riscos de contaminação e as boas práticas de higiene e monitoramento (Dominguez; Medeiros; Cardinal, 2024).

Nesse contexto, a eficácia do armazenamento e a implementação de um programa integrado de biossegurança são componentes indispensáveis para a produção de rações de alta qualidade, que protegem a saúde animal e otimizam a produtividade. Para que estas práticas internas sejam efetivas e universalmente aplicáveis, é mandatório que estejam alinhadas às diretrizes e exigências estabelecidas pelos órgãos reguladores, tornando essencial a compreensão do papel da legislação e do controle oficial para assegurar a segurança de toda a cadeia de produção de alimentos para animais.

3.5 Legislação e controle oficial

A produção e a comercialização de rações no Brasil são regulamentadas por um arcabouço legal, fundamental para assegurar a qualidade e a conformidade dos produtos. A atuação governamental, por meio de seus órgãos de controle, mostra-se crucial para proteger a saúde animal e pública, além de garantir a concorrência justa no mercado (Brasil, 2004a; Brasil, 2023a). A relevância dessa legislação reside não apenas em ditar padrões mínimos, mas em coibir práticas fraudulentas e assegurar a rastreabilidade em toda a cadeia.

O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2023a) é o órgão responsável por essa fiscalização, com atribuições que incluem o registro de estabelecimentos, a elaboração de normas técnicas e a realização de auditorias periódicas para verificar o cumprimento das normas. Essas diretrizes abrangem desde a seleção de matérias-primas e os processos de fabricação até as condições ideais de armazenamento, transporte e rotulagem.

Entre os principais instrumentos legais, o Decreto nº 12.031 de 28 de maio de 2024 revogou normas anteriores e atualizou as exigências de inspeção, reforçando a rastreabilidade produtiva (Brasil, 2024). Instruções Normativas complementam esse cenário, a exemplo da IN nº 13/2004, que regula o controle de micotoxinas (Brasil, 2004b), e da IN nº 40/2020, que estabelece os ingredientes autorizados para consumo animal (Brasil, 2020a).

No contexto do controle de contaminantes, destaca-se o monitoramento de micotoxinas, como aflatoxinas, fumonisinas, zearalenona, ocratoxina A e deoxinivalenol, cujos níveis devem ser estritamente controlados para evitar prejuízos ao desempenho produtivo dos rebanhos (Brasil, 2023c). Adicionalmente, regulamentações específicas sobre Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Procedimentos Operacionais Padrão (POP) são fundamentais para mitigar riscos químicos e microbiológicos (Brasil, 2022; Fialho, 2021).

O controle oficial transcende a fiscalização documental, envolvendo ações de monitoramento e coleta sistemática de amostras para análises laboratoriais em redes credenciadas. A atuação conjunta de laboratórios oficiais, sob rígidos critérios de qualidade, é essencial para a detecção de contaminantes e a garantia da conformidade dos produtos (Brasil, 2023b). Esse sistema de vigilância protege tanto produtores quanto consumidores, fechando o ciclo de segurança dos alimentos.

A aderência rigorosa a esse arcabouço legal promove maior competitividade, fomenta a inovação responsável e assegura a produção de alimentos de alta qualidade, pilares essenciais para a sustentabilidade e credibilidade da pecuária nacional.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de estudo

O presente estudo foi realizado na Fábrica de Rações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. As amostras de matérias-primas e rações foram coletadas na unidade de produção e encaminhadas para análise nos laboratórios da instituição. As análises microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Microbiologia, enquanto as análises bromatológicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia.

4.2 Coleta e amostragem

Foram coletadas amostras de matérias-primas e rações utilizadas na Fábrica de Rações do campus. Os materiais avaliados incluíram milho proveniente de dois silos distintos, farelo de milho obtido após o processo de moagem, farelo de soja armazenado em silo específico, além de rações destinadas às produções de aves e suínos.

As avaliações microbiológicas ocorreram entre setembro e dezembro de 2025, compreendendo a contagem de bolores e leveduras e a determinação de coliformes totais. As análises físicas e físico-químicas, incluindo granulometria, densidade aparente, pH, índice de acidez e avaliação de odor e textura, foram conduzidas entre dezembro de 2025 e janeiro de 2026.

As determinações bromatológicas, destinadas à composição centesimal (proteína bruta, fibra bruta, matéria seca, matéria mineral e extrato etéreo), foram realizadas a partir de uma amostragem independente, coletada entre o final de abril e o início de maio de 2026. Dada a dinâmica de recebimento e processamento da unidade produtora, estas análises foram conduzidas com novos lotes de matérias-primas e rações, uma vez que os lotes anteriormente coletados não estavam mais disponíveis para análise, sendo necessária uma nova amostragem representativa do estoque existente no período. As determinações microbiológicas foram conduzidas em triplicata, enquanto as análises bromatológicas e físico-químicas em duplicata, assegurando a confiabilidade e a reprodutibilidade dos resultados obtidos.

4.3 Análises bromatológicas

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da UTFPR – Campus Dois Vizinhos, com o objetivo de determinar a composição centesimal das amostras avaliadas. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM). Os teores de umidade e de extrativos não nitrogenados (ENN) foram calculados por diferença, utilizando-se, respectivamente, a diferença entre 100% e o teor de matéria seca e a subtração dos demais componentes da composição centesimal da matéria seca.

As determinações de MS, PB e MM seguiram a metodologia descrita por Van Soest (1994). A FB foi determinada pelo método de Weende, enquanto o EE foi determinado por meio do sistema ANKOM XT15 Extractor, conforme o protocolo do fabricante.

4.4 Análises físico-químicas

As análises físicas e físico-químicas foram conduzidas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, no período compreendido entre dezembro de 2025 e janeiro de 2026. Essas determinações tiveram como objetivo caracterizar as propriedades estruturais, de estabilidade e as condições sensoriais das matérias-primas e das rações completas, permitindo avaliar a qualidade tecnológica das matérias-primas e das rações produzidas. As avaliações englobam parâmetros quantitativos e qualitativos, detalhados a seguir.

4.4.1 Determinação da granulometria da ração

A análise granulométrica foi realizada utilizando aproximadamente 500 g de farelo de soja e 500 g de milho grão moído. As amostras foram submetidas ao peneiramento em conjunto de peneiras granulométricas com malhas 10, 20, 40 e 60, dispostas em ordem decrescente de abertura. Após o peneiramento, foi determinada a massa de material retida em cada peneira e na coletora de fundo, sendo os resultados expressos em percentual da massa total da amostra.

4.4.2 Determinação da densidade aparente

A densidade aparente foi determinada por meio da relação entre a massa e o volume ocupado pelo material sem compactação. Para a análise, utilizou-se um recipiente graduado com capacidade para 1 litro, previamente limpo e seco, no qual a amostra foi acondicionada sem compactação. Posteriormente, o material foi pesado e a densidade aparente foi calculada pela razão entre a massa da amostra e o volume ocupado, sendo os resultados expressos em kg/m^3 .

4.4.3 Determinação do pH

O potencial hidrogeniônico (pH) das amostras foi determinado utilizando pHmetro devidamente calibrado, seguindo os procedimentos adotados pelo laboratório da UTFPR.

4.4.4 Determinação do índice de acidez

O índice de acidez foi estabelecido por titulação, utilizando solução de hidróxido de sódio como titulante e fenolftaleína como indicador. Os resultados foram expressos em miligramas de hidróxido de sódio por grama de amostra (mg NaOH/g).

4.4.5 Avaliação de odor e textura

A avaliação de odor e textura foi realizada por meio de inspeção visual e olfativa das amostras durante a execução das análises. Foram consideradas as características sensoriais aparentes dos ingredientes e rações, visando verificar possíveis alterações que pudessem indicar comprometimento da qualidade dos materiais avaliados.

4.5 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Microbiologia da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, entre os meses de setembro e dezembro de 2025. Essas avaliações visam monitorar a qualidade higiênico-sanitária das matérias-primas e rações produzidas, identificando possíveis pontos críticos de contaminação biológica no ambiente fabril. As determinações foram realizadas em triplicata e compreenderam os parâmetros descritos a seguir.

4.5.1 Contagem de bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras foi realizada por meio da semeadura das amostras em placas de Petri contendo o meio de cultura *DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar)*, seletivo para o desenvolvimento desses microrganismos em alimentos e matérias-primas com baixa atividade de água. Após a semeadura, as placas foram incubadas em condições adequadas para o crescimento fúngico, seguido da quantificação das colônias. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g).

4.5.2 Determinação de coliformes totais

A determinação de coliformes totais foi estabelecida pela semeadura das amostras em placas de Petri contendo meio de cultura *VRB (Violet Red Bile Agar)*, seletivo para microrganismos do grupo dos coliformes. Após a incubação, procedeu-se à quantificação das colônias características, sendo os resultados expressos em unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g).

4.6 Análise de dados

Os resultados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e apresentados em tabelas para melhor visualização e interpretação dos dados. As informações foram analisadas por meio de estatística descritiva, utilizando o cálculo das médias para cada variável avaliada. Posteriormente, os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos na legislação vigente, quando aplicável, e com dados da literatura científica nacional e internacional, visando avaliar a qualidade física, físico-química, bromatológica e microbiológica das matérias-primas e das rações analisadas

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados e discutidos os resultados das análises bromatológicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas realizadas nas matérias-primas e nas rações produzidas pela Fábrica de Rações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Dois Vizinhos. Os resultados foram interpretados com base na literatura científica, na legislação vigente e nos princípios das Boas Práticas de Fabricação (BPF), com o objetivo de avaliar a qualidade nutricional e higiênico-sanitária dos alimentos produzidos. A composição centesimal das matérias-primas e das rações avaliadas é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal das matérias-primas e rações avaliadas, expressa em matéria seca (MS), umidade, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e extrativos não nitrogenados (ENN).

	F MILHO	F SOJA	AVES	SUINOS
MS (%)	87,80	90,36	89,52	89,21
MM (% MS)	1,40	6,90	8,97	5,87
PB (% MS)	8,73	49,36	23,72	18,38
EE (% MS)	3,43	2,54	3,04	3,45
FB (% MS)	0,78*	2,48*	59,63*	58,19*
ENN(%)	85,66	38,72	4,64	14,11
Umidade (% MS)	12,20	9,64	10,48	10,79

Nota: Valores de Fibra Bruta (FB) e Extrativos Não Nitrogenados (ENN) assinalados com asterisco (*) apresentam discrepâncias analíticas decorrentes de limitações do método gravimétrico (Weende) aplicado, conforme discutido na subseção 5.2.

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

5.1 Avaliação das matérias-primas

A composição centesimal do milho grão moído e do farelo de soja (Tabela 1) foi comparada com os valores de referência descritos nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno *et al.*, 2024) e para Bovinos (Valadares Filho *et al.*, 2023). De modo geral, os resultados apresentaram composição compatível com os padrões nutricionais descritos na literatura, indicando que as matérias-primas utilizadas pela Fábrica de Rações da UTFPR apresentam qualidade adequada para utilização na formulação de dietas destinadas às diferentes espécies animais atendidas pela instituição.

O milho grão moído apresentou teor de matéria seca de 87,80% e umidade de 12,20%, valores considerados adequados para armazenamento e conservação do

ingrediente. A manutenção da umidade em níveis reduzidos constitui um dos principais fatores para a preservação da qualidade dos grãos, pois limita o desenvolvimento de fungos deteriorantes e, conseqüentemente, reduz o risco de produção de micotoxinas durante o armazenamento (SEMADESC, 2024; AEGRO, 2024).

Embora não tenha sido realizada a determinação de micotoxinas neste estudo, os resultados obtidos indicam condições favoráveis para a conservação da matéria-prima. Esses achados são semelhantes aos observados por Stringhini *et al.* (2014), que avaliaram milhares de lotes de milho destinados à fabricação de rações e verificaram que o monitoramento de parâmetros como umidade e composição química é fundamental para garantir a qualidade nutricional do ingrediente e a uniformidade das formulações produzidas.

Os teores de proteína bruta (8,73%), extrato etéreo (3,43%), matéria mineral (1,40%) e fibra bruta (0,78%) apresentaram-se próximos aos valores de referência descritos por Rostagno *et al.* (2024) e Valadares Filho *et al.* (2023), confirmando as características nutricionais esperadas para o milho utilizado na alimentação animal. Como principal ingrediente energético das formulações, a manutenção desses parâmetros contribui para maior precisão na formulação das dietas e favorece o desempenho produtivo dos animais.

Para o farelo de soja foram observados 90,36% de matéria seca e 9,64% de umidade, demonstrando condições adequadas para armazenamento e menor suscetibilidade à deterioração microbiológica. O teor de proteína bruta de 49,36% confirma a elevada qualidade nutricional desse ingrediente e está de acordo com os valores normalmente descritos na literatura para farelos de soja utilizados na alimentação animal. Os teores de matéria mineral (6,90%), extrato etéreo (2,54%) e fibra bruta (2,48%) também permaneceram dentro das faixas esperadas, evidenciando uniformidade na composição do ingrediente.

Esses resultados corroboram a meta-análise realizada por Ibáñez *et al.* (2020), que avaliou aproximadamente 1.900 amostras comerciais de farelo de soja provenientes de diferentes países produtores e demonstrou que a composição química deste ingrediente pode variar em função da origem dos grãos e das condições de processamento. Os autores ressaltam que o monitoramento bromatológico das

matérias-primas é fundamental para reduzir a variabilidade nutricional entre lotes e aumentar a precisão das formulações destinadas à alimentação animal.

Além disso, a combinação entre milho e farelo de soja continua sendo a base nutricional das dietas destinadas a aves e suínos em sistemas intensivos de produção. Revisão publicada por Toomer *et al.* (2024) destaca que esses ingredientes permanecem como as principais fontes de energia e proteína utilizadas mundialmente, sendo indispensável o controle periódico de sua composição química para garantir a qualidade das formulações, a eficiência alimentar e o desempenho zootécnico dos animais.

De maneira geral, os resultados obtidos demonstram que as matérias-primas utilizadas pela Fábrica de Rações da UTFPR apresentam composição nutricional compatível com os valores de referência adotados na nutrição animal. O monitoramento periódico dessas características reduz a variabilidade entre lotes, aumenta a precisão das formulações e fortalece o controle de qualidade das rações produzidas. Além disso, no contexto da universidade, essas avaliações contribuem para a confiabilidade das atividades de ensino, pesquisa e extensão, assegurando maior padronização das dietas utilizadas nos diferentes sistemas de produção animal.

5.2 Composição bromatológica das rações completas

A caracterização bromatológica das rações completas destinadas a aves e suínos produzidas na Fábrica de Rações da UTFPR, *Campus Dois Vizinhos*, permitiu avaliar a composição nutricional das dietas e compará-las com os valores de referência utilizados na nutrição animal (Tabela 1).

Os teores de matéria seca foram de 89,52% para a ração de aves e 89,21% para a de suínos. Esses valores indicam adequado teor de umidade para conservação das dietas, reduzindo a disponibilidade de água para o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes durante o armazenamento.

Os valores de proteína bruta foram de 23,72% para aves e 18,38% para suínos. Esses resultados estão de acordo com as recomendações descritas por Rostagno *et al.* (2024) para as categorias avaliadas. Embora as rações produzidas pela UTFPR não sejam destinadas à comercialização, seus parâmetros podem ser comparados

aos níveis de garantia estabelecidos pela Instrução Normativa MAPA nº 15/2009, evidenciando adequada inclusão das fontes proteicas nas formulações.

Em relação ao extrato etéreo, foram obtidos teores de 3,04% para a ração de aves e 3,45% para a de suínos. Esses valores são compatíveis com formulações à base de milho e farelo de soja e indicam adequado fornecimento de energia para os animais.

Os resultados de fibra bruta, por outro lado, diferiram dos valores normalmente encontrados para dietas de monogástricos. Foram observados 59,63% na ração de aves e 58,19% na ração de suínos. Como consequência, os extrativos não nitrogenados apresentaram valores reduzidos (4,64% e 14,11%, respectivamente), comportamento incompatível com a composição esperada dessas formulações.

Considerando os demais parâmetros bromatológicos e os ingredientes empregados nas dietas, essa discrepância está relacionada às limitações do método de Weende utilizado para determinação da fibra bruta, e não à composição nutricional das rações. Estudos recentes demonstram que esse método apresenta limitações para alimentos ricos em amido, sendo recomendada a utilização de metodologias complementares, como Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA), que fornecem resultados mais precisos para caracterização da fração fibrosa (Pesti *et al.*, 2024).

Caso esses elevados valores de fibra bruta representassem a composição real das dietas, poderiam ocorrer redução da digestibilidade dos nutrientes, menor aproveitamento energético e comprometimento do desempenho produtivo dos animais. Entretanto, a composição das matérias-primas, associada aos resultados obtidos para matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, indica que essa alteração decorre de limitação metodológica da análise.

De modo geral, os resultados demonstram que as formulações produzidas pela Fábrica de Rações da UTFPR apresentam composição nutricional compatível com as exigências das categorias avaliadas. A única divergência observada refere-se à determinação da fibra bruta, indicando a necessidade de empregar metodologias complementares em futuras avaliações para aumentar a confiabilidade dos resultados bromatológicos.

5.3 Avaliação do pH, índice de acidez e densidade aparente

Os resultados referentes ao pH, índice de acidez e densidade aparente das matérias-primas e das rações analisadas encontram-se apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de pH, índice de acidez e densidade aparente das matérias-primas e rações avaliadas

Amostra	Valor pH	Índice Acidez (mg NaOH/g)	Densidade aparente (g/cm³)
Ração aves	6,89	642,93	0,68
Ração suínos	6,12	1.386,00	0,68
Farelo milho	6,35	1.386,50	0,68
Farelo soja	6,50	515,93	0,63
Milho silo 1	6,35	1.489,50	0,74
Milho silo 2	6,30	1.500,00	0,74

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram baixa variação entre as amostras avaliadas, indicando uniformidade das características físico-químicas das matérias-primas e das rações produzidas pela Fábrica de Rações da UTFPR. De modo geral, os parâmetros analisados sugerem que os ingredientes foram armazenados e processados em condições adequadas, sem evidências de alterações que comprometam sua qualidade.

De modo geral, observou-se baixa variação entre as análises realizadas em duplicata, indicando boa repetibilidade dos procedimentos laboratoriais empregados.

Os valores de pH variaram entre 6,12 e 6,89, caracterizando todas as amostras como materiais próximos à neutralidade. A ração para aves apresentou o maior valor de pH, enquanto a ração para suínos apresentou menor. As demais matérias-primas apresentaram valores intermediários e pouca variação entre si. O monitoramento desse parâmetro é importante, pois alterações significativas podem indicar processos de deterioração, fermentação ou modificações químicas decorrentes do armazenamento (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

Embora não existam limites legais específicos para pH em ingredientes e rações destinadas à alimentação animal, sua determinação integra programas de

autocontrole e Boas Práticas de Fabricação, funcionando como indicador complementar das condições de conservação dos ingredientes (BRASIL, 2024; BRASIL, 2007). Resultados semelhantes, com valores próximos da neutralidade em ingredientes destinados à alimentação animal, também foram relatados por Silva *et al.* (2021), demonstrando que pequenas variações de pH são esperadas e não indicam, isoladamente, comprometimento da qualidade.

Em relação ao índice de acidez, os resultados variaram entre 515,93 e 1.500,00 mg NaOH g⁻¹, sendo os menores valores observados no farelo de soja e os maiores nas amostras de milho armazenadas nos silos. Esse parâmetro está relacionado à formação de ácidos graxos livres provenientes da hidrólise dos lipídios e constitui um importante indicador da estabilidade química das matérias-primas (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

As diferenças observadas podem estar associadas ao tempo de armazenamento, às condições de temperatura e umidade e às características naturais de cada ingrediente. O milho, por apresentar maior permanência nos silos antes do processamento, permanece exposto por mais tempo às condições ambientais, o que pode favorecer discretas alterações químicas, ainda que sem comprometer sua utilização. Apesar disso, os valores obtidos não indicam deterioração significativa das matérias-primas avaliadas.

A densidade aparente variou entre 0,63 e 0,74 g cm⁻³. Os menores valores foram observados para o farelo de soja e os maiores para o milho armazenado nos silos. Essas diferenças são atribuídas às características físicas dos ingredientes, como tamanho das partículas, formato, composição e capacidade de compactação. Observou-se ainda que o milho moído apresentou densidade inferior à do milho em grão, comportamento esperado em função da redução granulométrica promovida pela moagem.

Resultados semelhantes foram descritos por Thomas, Van Vliet e Van der Poel (1998), que demonstraram que a granulometria e a densidade aparente influenciam diretamente a mistura dos ingredientes, a eficiência do transporte interno e a qualidade física das rações. Segundo os autores, ingredientes com densidades mais

uniformes favorecem a homogeneidade das formulações e reduzem o risco de segregação durante o armazenamento e o transporte.

Outro aspecto relevante foi a semelhança entre os resultados obtidos para os silos 1 e 2. Os valores de pH, índice de acidez e densidade aparente apresentaram baixa variação entre os dois locais de armazenamento, sugerindo uniformidade nas condições de conservação do milho utilizado pela Fábrica de Rações da UTFPR. Esse resultado indica que as práticas de armazenamento adotadas contribuíram para manter a estabilidade física e química da matéria-prima durante o período avaliado.

De forma geral, os parâmetros físico-químicos avaliados demonstraram que as matérias-primas e as rações apresentavam características compatíveis com ingredientes normalmente utilizados na alimentação animal, corroborando os valores descritos por Rostagno *et al.* (2024) e Valadares Filho *et al.* (2023).

Sob o ponto de vista prático, o monitoramento periódico do pH, da acidez e da densidade aparente permite identificar precocemente alterações decorrentes do armazenamento, subsidiando decisões relacionadas ao controle de qualidade e ao manejo dos ingredientes. Embora não tenham sido observadas inconformidades nas amostras avaliadas, a manutenção do controle da temperatura, da umidade e do tempo de estocagem permanece essencial para preservar a estabilidade físico-química das matérias-primas e assegurar a qualidade das rações produzidas.

5.4 Avaliação granulométrica

Os resultados da análise granulométrica realizada no milho grão moído e no farelo de soja encontram-se apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição granulométrica do milho grão moído e do farelo de soja, expressa em percentual de material retido nas peneiras.

Peneira	Tamanho da abertura	Farelo de soja (%)	Milho grão moído (%)
10	2,00	2,6	16,6
20	0,841	45,8	36,8
40	0,420	29	15,2
60	0,250	9,8	8,8
Fundo	<0,250	12,8	22,6
Total	—	100	100

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os resultados demonstram diferenças na distribuição do tamanho das partículas entre o milho grão moído e o farelo de soja. Enquanto o farelo de soja apresentou maior uniformidade granulométrica, o milho mostrou distribuição mais heterogênea, característica esperada em função das diferenças estruturais dos ingredientes e do processo de moagem adotado.

Observou-se diferença na distribuição das partículas entre os ingredientes avaliados. O farelo de soja apresentou maior concentração de material retido na peneira 20 (abertura de 0,841 mm) (45,8%), indicando predominância de partículas de tamanho intermediário. Em contrapartida, o milho grão moído apresentou distribuição mais heterogênea, com retenção de partículas em todas as peneiras e maior percentual tanto na peneira 20 (36,8%) quanto no fundo (<0,250 mm) (22,6%), evidenciando a presença simultânea de partículas intermediárias e finas.

Essa distribuição pode ser explicada pelas características físicas dos ingredientes e pelo processo de moagem. O milho possui endosperma duro e vítreo, favorecendo a formação simultânea de partículas grossas e finas durante a moagem. Já o farelo de soja, obtido após o processamento industrial e a extração do óleo, apresenta partículas mais homogêneas, resultando em menor variação granulométrica. Segundo Zanotto e Bellaver (1996), fatores como tipo de moinho, peneira utilizada, umidade do grão e regulação do equipamento influenciam diretamente o tamanho das partículas produzidas.

A granulometria constitui um importante parâmetro de qualidade, pois influencia a homogeneidade das misturas, a eficiência do processamento, a densidade aparente

e o aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Além disso, partículas muito finas favorecem a formação de poeira e aumentam o consumo de energia durante a moagem, enquanto partículas excessivamente grossas podem reduzir a digestibilidade dos nutrientes e favorecer a segregação dos ingredientes durante o transporte e o armazenamento (Thomas; Van Vliet; Van der Poel, 1998).

Os resultados obtidos são semelhantes aos descritos por Amerah *et al.* (2007), que verificaram que dietas contendo partículas de tamanho intermediário proporcionam melhor equilíbrio entre digestibilidade, consumo e qualidade física das rações para aves. Da mesma forma, Wondra *et al.* (1995) demonstraram que a redução excessiva do tamanho das partículas pode melhorar a digestibilidade em suínos, porém aumenta o risco de problemas gástricos e eleva o custo energético do processo de moagem, evidenciando a necessidade de se buscar uma granulometria adequada para cada espécie e categoria animal.

Embora o milho tenha apresentado maior heterogeneidade granulométrica, a distribuição observada não caracteriza falha no processamento, mas reflete a natureza física do ingrediente e o equipamento utilizado. Além disso, os resultados foram compatíveis com aqueles normalmente encontrados em fábricas de rações, indicando que o processamento adotado pela Fábrica de Rações da UTFPR foi capaz de produzir ingredientes com características adequadas para utilização nas formulações.

Sob o ponto de vista do controle de qualidade, o monitoramento granulométrico contribui para a padronização das formulações, melhora a eficiência da mistura e reduz variações entre lotes produzidos. Embora a legislação brasileira não estabeleça limites específicos para distribuição granulométrica, esse controle integra as Boas Práticas de Fabricação previstas pela Instrução Normativa MAPA nº 4/2007, sendo considerado um importante indicador da qualidade do processamento dos ingredientes destinados à alimentação animal.

5.5 Avaliação de fungos totais

Os resultados da contagem de fungos totais encontram-se apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Contagem de bolores e leveduras em ingredientes utilizados na fabricação de rações (diluição 10^{-1}).

Amostra	Média	Fungos Totais UFC/g
Milho – Silo 1	37	$3,7 \times 10^3$
Milho – Silo 2	63	$6,3 \times 10^3$
Farelo de milho	163	$1,63 \times 10^4$
Farelo de soja	94	$9,4 \times 10^3$

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os resultados indicaram presença de fungos em todas as amostras avaliadas, com variação entre $3,7 \times 10^3$ e $1,63 \times 10^4$ UFC/g. O farelo de milho apresentou a maior contagem, seguido pelo farelo de soja e pelas amostras de milho armazenado.

Essa variação está associada principalmente às condições de armazenamento e ao processamento dos ingredientes. Ingredientes como farelo de milho apresentam maior exposição à umidade ambiental durante processamento e transporte, o que favorece a multiplicação fúngica. Além disso, a moagem aumenta a área de contato do substrato, elevando a recuperação de fungos nas análises.

A predominância de bolores em relação às leveduras é condizente com o perfil microbiológico de grãos armazenados. Segundo Pitt e Hocking (2009), fungos filamentosos são os principais contaminantes de cereais armazenados em ambientes tropicais, especialmente sob temperatura elevada e umidade relativa acima de 65%.

A influência do clima local no período de coleta também deve ser considerada. Em períodos mais quentes e úmidos, como observado na região sul do Brasil durante o verão agrícola, há aumento da atividade fúngica e maior risco de contaminação durante o armazenamento.

Do ponto de vista prático, embora as contagens não indiquem deterioração avançada, valores nessa faixa podem reduzir o valor nutritivo dos ingredientes e aumentar o risco de produção de micotoxinas em condições de armazenamento prolongado.

Como medida de melhoria, recomenda-se controle mais rigoroso da umidade dos grãos (<13%), limpeza periódica de silos e equipamentos e monitoramento

preventivo da temperatura de armazenamento, conforme práticas de Boas Práticas de Fabricação.

5.6 Avaliação de coliformes totais

Os resultados da contagem de coliformes totais encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Contagem de coliformes totais em ingredientes utilizados na fabricação de rações (diluição 10^{-1}).

Amostra	Média	Coliformes totais (UFC/g)
Milho – Silo 1	71	$7,1 \times 10^3$
Milho – Silo 2	37	$3,7 \times 10^3$
Farelo de milho	133	$1,33 \times 10^4$
Farelo de soja	98	$9,8 \times 10^3$

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os resultados demonstraram presença de coliformes totais em todas as amostras, com variação entre $3,7 \times 10^3$ e $1,33 \times 10^4$ UFC/g. Os maiores valores foram observados no farelo de milho, enquanto o menor ocorreu no milho armazenado no silo 2.

A presença desses microrganismos está relacionada principalmente ao contato das matérias-primas com o ambiente, poeira, equipamentos e manipulação durante transporte e processamento. Como coliformes totais não indicam necessariamente contaminação fecal, seu uso é mais adequado como indicador de higiene do sistema produtivo.

Em estudos internacionais, níveis semelhantes (10^3 a 10^4 UFC/g) são descritos em grãos armazenados em condições ambientais não controladas, especialmente em regiões de clima quente e úmido (FAO, 2021; ICMSF, 2011).

A diferença entre silos também pode estar associada ao tempo de armazenamento e à variação de umidade local dos grãos. Pequenas variações de umidade favorecem a multiplicação bacteriana superficial, principalmente quando há ventilação inadequada ou acúmulo de resíduos orgânicos.

Do ponto de vista prático, esses resultados indicam necessidade de reforço em higienização de equipamentos como moinhos e transportadores, além de controle

mais rigoroso de poeira e resíduos de ração, que podem atuar como fonte de contaminação cruzada.

A ausência de análise confirmatória para coliformes termotolerantes limita a interpretação quanto à origem da contaminação, permitindo apenas a utilização dos coliformes totais como indicadores gerais das condições de higiene do sistema produtivo. Nesse sentido, recomenda-se a implantação de rotina de análises complementares, incluindo *Escherichia coli* e enterobactérias, de forma a aumentar a precisão da avaliação microbiológica das matérias-primas e rações.

Como medidas de melhoria, destaca-se a necessidade de fortalecimento das rotinas de sanitização de equipamentos, especialmente moinhos, misturadores e sistemas de transporte, além do controle rigoroso da umidade durante o armazenamento das matérias-primas, uma vez que esses fatores estão diretamente relacionados à proliferação microbiana e à estabilidade dos ingredientes ao longo do tempo.

De forma integrada, os resultados obtidos ao longo das análises demonstram que as variações observadas entre matérias-primas e rações são consequência da interação entre características intrínsecas dos ingredientes, condições de processamento, tempo de armazenamento e influência de fatores ambientais, especialmente temperatura e umidade relativa durante o período de coleta.

A influência climática exerce papel relevante na interpretação dos resultados, uma vez que períodos mais quentes e úmidos favorecem o desenvolvimento de fungos e bactérias, além de acelerar processos de degradação físico-química dos ingredientes armazenados. Assim, parte das variações microbiológicas e químicas observadas pode estar associada às condições ambientais do período avaliado.

As consequências práticas desses resultados estão relacionadas diretamente à qualidade das rações produzidas e ao desempenho dos animais. Embora não tenham sido observadas inconformidades críticas, a presença de microrganismos em níveis detectáveis e as variações físico-químicas identificadas evidenciam que a qualidade dos alimentos é dinâmica e depende do controle contínuo de toda a cadeia produtiva, desde o recebimento das matérias-primas até a utilização final.

Sob a perspectiva zootécnica, tais variações podem influenciar a digestibilidade dos nutrientes, a estabilidade das formulações e a segurança sanitária dos alimentos ofertados, impactando diretamente o desempenho produtivo, a eficiência alimentar e a saúde dos animais. Dessa forma, reforça-se a importância do monitoramento constante como ferramenta de suporte à tomada de decisão técnica.

Nesse contexto, torna-se essencial o aprimoramento contínuo das práticas de controle de qualidade na Fábrica de Rações da UTFPR, com integração entre análises laboratoriais, boas práticas de fabricação e gestão adequada de armazenamento. Recomenda-se ainda a ampliação do monitoramento microbiológico e físico-químico, bem como a adoção de metodologias analíticas complementares, visando maior precisão na caracterização dos ingredientes e formulações.

Além disso, destaca-se a importância da implementação de um sistema de acompanhamento contínuo das rações após sua produção, incluindo os setores de destino, de forma a garantir rastreabilidade, padronização e manutenção da qualidade ao longo de toda a cadeia de utilização. Essa abordagem permite consolidar um ciclo integrado de controle de qualidade alimentar dentro da instituição.

Sob a perspectiva da Zootecnia, os resultados reforçam que a produção de rações não deve ser compreendida apenas como um processo industrial, mas como um sistema técnico-biológico integrado, no qual qualidade nutricional, segurança sanitária e eficiência produtiva estão diretamente interligadas. Nesse sentido, a atuação do zootecnista envolve não apenas a formulação de dietas, mas também o controle rigoroso da qualidade dos insumos e a garantia de que os alimentos atendam aos princípios de desempenho, segurança e bem-estar animal.

Por fim, os resultados evidenciam a relevância da Fábrica de Rações da UTFPR não apenas como unidade produtiva, mas também como espaço de formação acadêmica e científica. O fortalecimento e aprimoramento contínuo dos processos analisados contribuem para a formação de profissionais mais críticos e preparados para atuar nas diferentes áreas das ciências agrárias, reforçando o compromisso institucional com a qualidade, a responsabilidade técnica e a formação profissional.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu avaliar a qualidade físico-química, bromatológica e microbiológica de matérias-primas e rações produzidas na Fábrica de Rações da UTFPR – Campus Dois Vizinhos. De forma geral, os resultados demonstraram que os ingredientes e formulações analisados apresentaram composição nutricional compatível com os valores de referência da literatura, indicando adequação para utilização na alimentação animal.

No que se refere aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, observou-se baixa variação entre as amostras e ausência de inconformidades críticas, embora tenha sido identificada presença de microrganismos em níveis esperados para materiais armazenados. Essas variações evidenciam a influência das condições de armazenamento, processamento e fatores ambientais na qualidade dos insumos, reforçando a importância do monitoramento contínuo.

Dessa forma, conclui-se que a manutenção de um sistema integrado de controle de qualidade, aliado às boas práticas de fabricação e ao monitoramento periódico das condições físico-químicas e microbiológicas, é essencial para garantir a segurança e a estabilidade das rações produzidas, além de contribuir para a eficiência produtiva e para a formação acadêmica na área de Zootecnia

REFERÊNCIAS

- AEURO. **Umidade do milho: qual a ideal para a colheita e armazenamento?** [S. l.], 2024. Disponível em: <https://aegro.com.br/blog/umidade-do-milho-para-colheita/>. Acesso em: 2 jun. 2026.
- AGRONFOOD ACADEMY. **Formas físicas de rações para aves: revisão de literatura.** Agronfood, 2022. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com/formas-fisicas-de-racoes-para-aves-revisao-de-literatura/>. Acesso em: 26 maio 2026.
- ALLTECH. **Alltech Agri-Food Outlook 2024.** Nicholasville: Alltech, 2024. Disponível em: <https://www.alltech.com/agri-food-outlook>. Acesso em: 26 maio 2026.
- ALLTECH. **Produção de ração no Brasil cresce 2,8%, para 89,9 milhões de toneladas.** In: 2026 Alltech Agri-Food Outlook. Nicholasville: Alltech, 2026. Disponível em: <https://www.alltech.com/pt-BR/press-release/producao-de-racao-no-brasil-cresce-2-para-89-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 26 maio 2026.
- ALMEIDA JÚNIOR, S. T. et al. Controle de qualidade e parâmetros microbiológicos em rações comerciais para cães e gatos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 11, p. 103158-103170, nov. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/39159/pdf/98170>. Acesso em: 27 maio 2026.
- AMERAH, A. M. et al. Feed particle size: implications on the digestion and performance of poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n. 3, p. 439-455, 2007.
- ANDRADE, A. N. **Nutrição animal no mundo em transformação.** NutriNews, 22 jul. 2020. Disponível em: <https://nutrinews.com/pt-br/nutricao-animal-no-mundo-em-transformacao/>. Acesso em: 26 maio 2026.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis of AOAC International.** 18. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2023.
- AQUALAB. **Atividade de água em ração animal.** [S. l.]: AquaLab, 2024. Disponível em: <https://aqualab.com/pt-br/learn/water-activity-animal-feed>. Acesso em: 27 maio 2026.
- AWUCHI, C. G. et al. Mycotoxins Affecting Animals, Foods, Humans, and Plants: Types, Occurrence, Toxicities, Action Mechanisms, Prevention, and Detoxification Strategies—A Revisit. **Foods**, v. 10, n. 6, p. 1279, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8228748/>. Acesso em: 27 maio 2026.
- BRASIL. Decreto nº 6.296, de 11 de dezembro de 2007. Aprova o regulamento da Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6296.htm. Acesso em: 27 maio 2026.
- BRASIL. Decreto nº 12.031, de 28 de maio de 2024. Regulamenta a Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2024. Disponível

em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2023-2026/2024/decreto/d12031.htm. Acesso em: 26 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1974. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/l6198.htm. Acesso em: 10 jun. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.515, de 29 de dezembro de 2022. Dispõe sobre os programas de autocontrole. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/legislacao/Lei14.515de29dedezembrode2022Autocontrole.pdf/view>. Acesso em: 10 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Fiscalização e autuação: manual de procedimentos – estabelecimentos e produtos para alimentação animal**. Brasília, DF: MAPA/WikiSDA, 2023a. Disponível em: <https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Inspe%C3%A7%C3%A3o-Animal/Alimenta%C3%A7%C3%A3o-Animal/Manual-de-procedimentos-Fiscaliza%C3%A7%C3%A3o-de-estabelecimentos-e-produtos-para-alimenta%C3%A7%C3%A3o-animal>. Acesso em: 27 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Manual IQA: Garantia da Qualidade Analítica – Área de Alimentos para Animais**. Brasília, DF: MAPA/WikiSDA, 2023b. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/ALA/Manual_IQA_ALA. Acesso em: 27 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Manual MIC: Microbiologia / Micotoxinas – Área de Alimentos para Animais**. Brasília, DF: MAPA/WikiSDA, 2023c. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/ALA/Manual_MIC_ALA. Acesso em: 27 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Manual de métodos oficiais de análise de alimentos para animais: métodos físico-químicos**. Brasília, DF: MAPA/WikiSDA, 2025. Disponível em: <https://repositorio-dspace.agricultura.gov.br/handle/1/4403>. Acesso em: 10 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Boas Práticas de Fabricação: ração medicamentosa**. Brasília, DF: MAPA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/cesesp/eventos/workshop-uso-consciente-de-produtos-veterinarios-em-animais-de-producao/boas-praticas-de-fabricacao-racao-medicamentosa.pdf>. Acesso em: 27 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Aprova o Regulamento Técnico para o controle de micotoxinas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-13-de-30-de-novembro-de-2004.pdf>. Acesso em: 27 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 04, de 23 de fevereiro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/InstruoNormativa04.2007.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009. Regulamenta o registro dos produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-15-de-26-de-maio-de-2009.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 40, de 15 de junho de 2020. Estabelece os ingredientes e aditivos autorizados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/INM000000402020.pdf>. Acesso em: 27 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 110, de 24 de novembro de 2020. Aprova a lista de matérias-primas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2020b. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/copy2_of_IN1102020LISTADEMATERIASPRIMAS.pdf. Acesso em: 2 jun. 2026.

CHICHEL, L. C. **Sustentabilidade e rentabilidade na produção animal**. Engormix, 5 jun. 2025. Disponível em: https://pt.engormix.com/avicultura/nutricao-frangos-corte/sustentabilidade-rentabilidade-producao-animal_a55531/. Acesso em: 26 maio 2026.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Análise dos custos de produção na avicultura e suinocultura no 1º trimestre de 2025**. Brasília, DF: CNA, 2025. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/publicacoes/analise-dos-custos-de-producao-na-avicultura-e-suinocultura-no-1-trimestre-de-2025-desafios-e-recomendacoes>. Acesso em: 26 maio 2026.

CRUZ, R. M. **Avaliação microbiológica e ocorrência de micotoxinas em rações**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/4921/1/TCC_Renata%20Moreira%20Cruz.pdf. Acesso em: 26 maio 2026.

DEVILLA, I. A. et al. Variação da temperatura e umidade de grãos armazenados em silos com aeração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2/3, p. 284-291, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/J4nw69XDYh4SDJfRtWQLZk/>. Acesso em: 27 maio 2026.

DOMINGUEZ, A. C.; MEDEIROS, L. A.; CARDINAL, K. M. **Boas práticas na fabricação de ração animal**. Engormix, 28 out. 2024. Disponível em: https://pt.engormix.com/suinocultura/metodos-formulacao-racao/boas-praticas-fabricacao-racao_a54677/. Acesso em: 26 maio 2026.

ENCALDF. **Farelo de soja**. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <http://encaldf.com.br/wp-content/uploads/2024/09/FARELO-DE-SOJA.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2026.

FAHEY JR., G. C. et al. Critical factors in determining fiber content of feeds and foods and their ingredients. **Journal of AOAC International**, v. 102, n. 1, p. 52–62, 2019.

FIALHO, A. T. S. **Controle de qualidade na fabricação de ração**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, 2021. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/14516/2/Audasley_Tadeu_Santos_Fialho.pdf. Acesso em: 26 maio 2026.

GEBHARDT, J. T. et al. Evaluation of Extended Storage of Swine Complete Feed. **Animals**, v. 14, n. 3, p. 393, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/3/393>. Acesso em: 27 maio 2026.

HARRISON, O. L. et al. **Kansas State University Quality Feed Manufacturing Guide: Feed Mill Biosecurity**. Manhattan: KSU Feed Safety, 2023. Disponível em: <https://www.swinehealth.org/wp-content/uploads/2024/01/KSU-Feed-mill-Prevention-and-Mitigation-Factsheet-12-2023-1.pdf>. Acesso em: 27 maio 2026.

IBÁÑEZ, M. A. et al. Chemical composition, protein quality and nutritive value of commercial soybean meals produced from beans from different countries: a meta-analytical study. **Animal Feed Science and Technology**, v. 267, p. 114531, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IAL, 1985. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2026.

KLEIN, A. A. Evolução na produção de rações: tecnologia de processos. In: CONGRESSO CBNA DE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS, 2024, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2024. Disponível em: https://www.cbna.com.br/Content/arquivos/Visualizar/TECNOLOGIA_2024/PALESTRA/Palestra%202020Parte%201%20-%20Ant%C3%B4nio%20Ap%C3%A9rcio%20Klein.pdf. Acesso em: 26 maio 2026.

KUFFEL, C. **Qualidade física e microbiológica de rações peletizadas para frangos de corte**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Univates, 2023. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/467676d3-13d0-430e-b35c-d3a60b01ddfd/content>. Acesso em: 26 maio 2026.

MACIEL, C. **Micotoxinas em ração para animais de abate: uma revisão**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – UFRGS, 2023. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/267328/001187627.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 maio 2026.

MARCON, W. A. et al. Estudo microbiológico em rações de frango de corte. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2013, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/973709/1/final7291.pdf>. Acesso em: 27 maio 2026.

MCCLEARY, B. V. Measurement of dietary fiber: which AOAC official method of analysis to use. **Journal of AOAC International**, v. 106, n. 4, p. 917–930, 2023.

O PRESENTE RURAL. **Desvendando a eficiência alimentar em bovinos**. Marechal Cândido Rondon, 2024. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/desvendando-a-eficiencia-alimentar-em-bovinos-da-genetica-a-saude-intestinal/>. Acesso em: 26 maio 2026.

PARANÁ. Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-PARANÁ). **Paraná bate recorde na produção de frangos, suínos, bovinos, leite e ovos**. Curitiba: IDR-Paraná, 2026. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/Noticia/Parana-bate-recorde-na-producao-de-frangos-suinos-bovinos-leite-e-ovos-em-2025>. Acesso em: 26 maio 2026.

PIMENTA, E. D. **Uso de aditivos antifúngicos na alimentação animal**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) – IF Goiano, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/538/1/TCC%20Ester%20Dias%20Pimenta.pdf>. Acesso em: 26 maio 2026.

REINERI, B. **Caracterização microbiológica de rações comerciais para cães e gatos**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) – UTFPR, Dois Vizinhos, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11360/1/DV_COZOO_2017_1_2.pdf. Acesso em: 27 maio 2026.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2024.

SANTOS, C. E. O.; FORONI, I. L.; OLIVEIRA, M. A. Welfare and performance of the animal production. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/30773>. Acesso em: 9 jun. 2026.

SANTOS, D. O. et al. **Adaptação de metodologia para determinação de FDN e FDA em alimentos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2023.

SANTOS, M. O impacto das análises bromatológicas na saúde animal. **Revista FT**, ed. 122, 2023. Disponível em: <https://revistaft.com.br/o-impacto-das-analises-bromatologicas-na-saude-animal-revisao-de-literatura/>. Acesso em: 26 maio 2026.

SERGIPE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação. **5 fatos para entender tudo sobre os medidores de umidade de grãos**. Campo Grande: SEMADESC, 2024. Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/5-fatos-para-entender-tudo-sobre-os-medidores-de-umidade-de-graos/>. Acesso em: 2 jun. 2026.

SILVA, G. **Ocorrência de fungos e micotoxinas em milho**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – PUC-GO, 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3821/1/TCC%20-%20GEOVANA-10-06.pdf>. Acesso em: 26 maio 2026.

SOARES, S. L. V. **Mapeando micotoxinas e micotoxicoses: uma revisão de escopo**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Biomedicina) – UFRN, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/771b508c-2912-4a9f-b2e3-b8a32ed4466a/content>. Acesso em: 26 maio 2026.

STRINGHINI, J. H. et al. Quality assessment of corn batches received at a feed mill in the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 233–240, 2014.

TOOMER, O. T. et al. Full-Fat Soybean Meals as an Alternative Poultry Feed Ingredient—Feed Processing Methods and Utilization—Review and Perspective. **Animals**, v. 14, n. 16, p. 2366, 2024.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **BR-CORTE: tabela brasileira de composição de alimentos para bovinos**. 6. ed. Viçosa: UFV, 2023. Disponível em: <https://brcorte.com.br/assets/book2023/br/17.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2026.

VIEIRA, S. **Tratamento térmico: impacto do tratamento**. Engormix, 24 jun. 2019. Disponível em: https://pt.engormix.com/avicultura/nutricao-poedeiras/tratamento-termico-impacto-tratamento_a43538/. Acesso em: 26 maio 2026.

WONDRA, K. J. et al. Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility and stomach morphology in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 3, p. 757-763, 1995.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1996. (Comunicado Técnico, 215).