

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS - UNILAVRAS**

Disciplina de Alimentação e Nutrição Animal

---

## **ANÁLISE DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS**

---

**Manual de Práticas Laboratoriais para Medicina Veterinária e Gestão do Agronegócio**

*Umidade · Cinzas · Proteína Bruta · Extrato Etéreo · Fibra Bruta · pH · Acidez  
Carboidratos · Avaliação Sensorial · Contaminação Microbiana*

*PROF. DR. SÉRGIO AUGUSTO DE SOUSA CAMPOS*

**2026**

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento  
Técnico da Biblioteca Central do UNILAVRAS

Campos, Sérgio Augusto de Sousa

Tecnologia de alimentos aplicada ao curso de farmácia [livro eletrônico] : manual de práticas para o Centro Gastronômico : leites e derivados, produtos cárneos, produtos vegetais, amido conservação, alimentos funcionais e dietéticos, controle de qualidade e segurança alimentar / Sérgio Augusto de Sousa Campos. -- Lavras, MG : Fundação Educacional de Lavras, 2026.

PDF

**Bibliografia.**

ISBN 978-85-67895-59-8

1. Farmácia 2. Tecnologia de alimentos I. **Título**

26-359471.0

CDD-664

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Tecnologia de alimentos 664

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. Introdução .....  | 03 |
| 2. Prática 1 – Determinação de Umidade (Matéria Seca) .....      | 05 |
| 3. Prática 2 – Cinzas (Matéria Mineral) .....                    | 07 |
| 4. Prática 3 – Proteína Bruta (Método de Kjeldahl) .....         | 09 |
| 5. Prática 4 – Extrato Etéreo (Lipídios) .....                   | 11 |
| 6. Prática 5 – Fibra Bruta .....                                 | 13 |
| 7. Prática 6 – pH de Alimentos para Animais .....                | 15 |
| 8. Prática 7 – Índice de Acidez .....                            | 17 |
| 9. Prática 8 – Carboidratos por Diferença e NDT .....            | 19 |
| 10. Prática 9 – Avaliação Sensorial Simples .....                | 21 |
| 11. Prática 10 – Testes Rápidos de Contaminação Microbiana ..... | 23 |
| 12. Considerações Finais .....                                   | 25 |
| 13. Referências .....  | 26 |

## 1. INTRODUÇÃO

---

A análise bromatológica de alimentos destinados a animais é um pilar fundamental da nutrição animal aplicada, da formulação de rações e do controle de qualidade na cadeia do agronegócio. Para o médico-veterinário e para o gestor do agronegócio, o domínio das metodologias analíticas permite avaliar a composição dos ingredientes utilizados na formulação de dietas, identificar adulterações e contaminações, controlar a qualidade de matérias-primas recebidas e garantir que os animais sob seus cuidados recebam nutrição adequada e segura (SILVA; QUEIROZ, 2002; OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS – AOAC, 2019).

A composição centesimal dos alimentos para animais é convencionalmente expressa pela chamada Análise de Weende, desenvolvida na Alemanha em 1864 pela Estação Experimental de Weende, que propôs a determinação de seis frações: umidade, matéria mineral (cinzas), proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e extrativo não nitrogenado (fração correspondente aos carboidratos por diferença). Embora existam métodos mais modernos e específicos para a caracterização das frações fibrosas (sistema Van Soest — FDN e FDA) e para a determinação de aminoácidos essenciais, a Análise de Weende ainda é amplamente adotada como metodologia padrão pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA) e pelos laboratórios de análise oficial no Brasil (SILVA; QUEIROZ, 2002; MAPA, 2020).

No contexto da Medicina Veterinária, a análise de alimentos para animais de produção (bovinos, suínos, aves, equinos, peixes) e de companhia (cães e gatos) assume dimensões distintas. Para animais de produção, a eficiência alimentar é um determinante direto da lucratividade do sistema e da sustentabilidade do agronegócio. Para animais de companhia, a segurança e a adequação nutricional são os aspectos centrais, fortemente regulamentados pelo MAPA por meio do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos para Alimentação Animal (RTIQPAA – IN MAPA nº 30/2019) (BRASIL, 2019; NRC, 2006).

A qualidade dos alimentos para animais é influenciada por múltiplos fatores: condições climáticas e de cultivo dos ingredientes, processos de colheita,

secagem, armazenamento e transporte, além das condições de processamento e formulação da ração. Falhas em qualquer dessas etapas podem resultar em degradação nutricional, contaminação por micotoxinas (especialmente aflatoxinas, fumonisinas e zearalenona em cereais), rancificação de gorduras, proliferação microbiana e adulteração com substâncias de menor valor nutricional, como casca de soja adicionada a farinhas proteicas (BERTECHINI, 2012; ROSTAGNO et al., 2017).

No Brasil, as normas que regulamentam a qualidade e a composição dos alimentos para animais são editadas pelo Departamento de Saúde Animal (DSA) e pelo Departamento de Fiscalização de Insumos Pecuários (DFIP) do MAPA, com base no Decreto nº 6.296/2007 e nas Instruções Normativas complementares. O Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA), publicado pelo Sindirações/ANFAR/CBNA em parceria com o MAPA, reúne as metodologias analíticas oficiais e os padrões de identidade e qualidade dos principais ingredientes e rações utilizados no Brasil (MAPA, 2020; CBAA, 2013).

As práticas laboratoriais descritas neste manual foram desenvolvidas para serem realizadas no laboratório de química, com equipamentos e reagentes básicos, sendo portanto acessíveis à realidade da maioria dos cursos de Medicina Veterinária e Gestão do Agronegócio. Cada prática inclui fundamento teórico, materiais, procedimento passo a passo, fórmulas de cálculo explicadas com exemplos numéricos, tabela de registro de dados e questões para reflexão. O objetivo central é formar profissionais capazes de conduzir análises com rigor metodológico e de interpretar os resultados com propriedade técnica e visão crítica.

## 2. PRÁTICA 1 – DETERMINAÇÃO DE UMIDADE (MATÉRIA SECA)

### 2.1 Fundamentação Teórica

A determinação da umidade é a análise mais fundamental em bromatologia animal, pois praticamente todos os demais resultados analíticos são expressos com base na matéria seca (MS), permitindo a comparação entre alimentos com diferentes teores de água. A umidade do alimento influencia diretamente a estabilidade microbiológica (alimentos com umidade > 14% favorecem o crescimento de fungos e bactérias), a palatabilidade, o valor energético e as condições de armazenamento (SILVA; QUEIROZ, 2002; CBAA, 2013).

Ingredientes como silagens e subprodutos úmidos (resíduo úmido de cervejaria, polpa cítrica úmida, cana-de-açúcar) apresentam teores de umidade acima de 70%, enquanto grãos secos como milho e soja devem apresentar umidade máxima de 13% para armazenamento seguro. A atividade de água ( $A_w$ ) é o parâmetro mais preciso para avaliar o risco microbiológico, mas a determinação gravimétrica da umidade é o método de rotina mais utilizado em laboratórios de análise de alimentos animais (BERTECHINI, 2012; CBAA, 2013).

O método oficial (AOAC 930.15 e CBAA Método A-01) baseia-se na evaporação da água livre e de parte da água ligada por secagem em estufa a 105 °C até peso constante. A diferença entre a massa original e a massa após secagem corresponde à fração de umidade evaporada. Amostras com alto teor de gordura ou açúcares redutores podem sofrer oxidação ou reação de Maillard durante a secagem, gerando erros; nesses casos, a secagem a 65 °C em estufa com circulação forçada de ar é preferível (AOAC, 2019; SILVA; QUEIROZ, 2002).

### 2.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ Umidade} = [(M_i - M_f) / M_i] \times 100$$

Onde:  $M_i$  = massa da amostra úmida (g);  $M_f$  = massa da amostra após secagem (g).

$$\% \text{ Matéria Seca (MS)} = 100 - \% \text{ Umidade}$$

Exemplo:  $M_i = 5,000 \text{ g}$ ;  $M_f = 4,325 \text{ g}$  →  $\% \text{ Umidade} = [(5,000 - 4,325) / 5,000] \times 100 = 13,5\%$  →  $\% \text{ MS} = 86,5\%$

Para converter um resultado da base úmida (bu) para a base seca (bs):

$$\text{Valor na MS (\%)} = [\text{Valor na bu (\%)} / \% \text{ MS}] \times 100$$

### 2.3 Objetivos

- Determinar o teor de umidade e de matéria seca de diferentes alimentos para animais.
- Praticar a conversão de resultados entre base úmida e base seca.
- Discutir o impacto da umidade na conservação e no valor nutricional dos alimentos.

### 2.4 Materiais

- Cadinhos de porcelana previamente secos e tarados, dessecador com sílica gel
- Estufa a 105 °C com circulação de ar forçado
- Balança analítica (0,0001 g), pinça para cadinho
- Amostras: milho moído, farelo de soja, feno, silagem de milho, ração comercial

### 2.5 Procedimento

1. Secar os cadinhos a 105 °C por 1 hora, resfriar em dessecador por 30 minutos e pesar (peso do cadinho vazio).

2. Pesar entre 3 e 5 g de amostra no cadinho tarado e registrar a massa úmida (Mi).

3. Colocar o cadinho em estufa a 105 °C. Pesar a cada 2 horas até atingir peso constante (variação < 0,001 g entre pesagens consecutivas). Registrar a massa seca (Mf).

4. Resfriar em dessecador por 30 minutos antes de cada pesagem. Calcular % Umidade e % MS e registrar na tabela abaixo.

**Tabela 1 – Determinação de Umidade e Matéria Seca em Alimentos para Animais**

| Amostra | Cadinho Vazio (g) | Cad. + Amostra Úmida (g) | Massa Úmida (g) | Cad. + Amostra Seca (g) | % Umidade | % MS |
|---------|-------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|------|
|---------|-------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|------|

|                       |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|--|--|--|
| Milho grão            |  |  |  |  |  |  |
| Farelo de soja        |  |  |  |  |  |  |
| Feno de tifton        |  |  |  |  |  |  |
| Silagem de milho      |  |  |  |  |  |  |
| Ração comercial (cão) |  |  |  |  |  |  |
| Polpa cítrica         |  |  |  |  |  |  |

Fonte: Metodologia baseada em AOAC (2019) – Método 930.15 e CBA (2013) – Método A-01.

## 2.6 Valores de Referência (% MS)

- Milho grão: 86–88% | Farelo de soja: 87–89% | Feno de tifton: 88–92%
- Silagem de milho: 28–35% | Ração seca para cão/gato: 88–92%

## 2.7 Questões para Discussão

- Por que ingredientes com umidade > 14% não devem ser armazenados por longos períodos?
- Como expressar na matéria seca o valor de 8,5% de proteína bruta obtido na base úmida de um volumoso com 72% de umidade?
- Qual a importância de resfriar as amostras em dessecador antes de cada pesagem?

## 3. PRÁTICA 2 – CINZAS (MATÉRIA MINERAL)

### 3.1 Fundamentação Teórica

As cinzas correspondem ao resíduo inorgânico resultante da incineração completa da matéria orgânica a temperaturas entre 500 °C e 600 °C em mufla. Em bromatologia animal, as cinzas são denominadas Matéria Mineral (MM) e representam o conteúdo total de minerais do alimento, incluindo macrominerais (Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S) e microminerais (Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Se, I) (SILVA; QUEIROZ, 2002; NRC, 2006).

A determinação de MM tem importância direta na formulação de rações, pois ingredientes com alto teor mineral (farinhas de origem animal, sal mineral, calcário) contribuem significativamente para atender às exigências nutricionais dos animais. Desvios no teor de MM em relação aos valores tabelados para determinado ingrediente podem indicar: adulteração por adição de areia, terra ou materiais inertes (MM acima do esperado); ou lavagem e remoção de minerais durante o processamento (MM abaixo do esperado) (BERTECHINI, 2012; CBAA, 2013).

Valores de MM especialmente relevantes na nutrição animal: farinha de ossos calcinada (~80% MM, com elevado teor de Ca e P), sal mineral para bovinos (~99% MM), farelo de soja (~7% MM), milho (~1,2% MM). O método oficial corresponde ao AOAC 942.05 e ao Método A-03 do CBAA (AOAC, 2019; CBAA, 2013).

### 3.2 Fórmula de Cálculo

$$\% \text{ MM} = [(M_c - M_v) / M_a] \times 100$$

Onde:  $M_c$  = massa cadinho + cinzas após incineração (g);  $M_v$  = massa cadinho vazio (g);  $M_a$  = massa da amostra seca utilizada (g).

Exemplo:  $M_c = 23,215 \text{ g}$ ;  $M_v = 21,000 \text{ g}$ ;  $M_a = 3,000 \text{ g} \rightarrow \% \text{ MM} = [(23,215 - 21,000) / 3,000] \times 100 = 73,8\%$

*Nota: O resultado é expresso na Matéria Seca (MS). Para tanto, utilizar amostra previamente seca (Prática 1) ou aplicar correção:  $\% \text{ MM (na MS)} = \% \text{ MM (bu)} / (\% \text{ MS} / 100)$ .*

### 3.3 Materiais

- Mufla (até 600 °C), cadinhos de porcelana ou platina, dessecador
- Balança analítica, pinça para cadinho, bico de Bunsen para pré-carbonização
- Amostras: milho grão, farelo de soja, farinha de ossos calcinada, sal mineral bovino, ração suína

### 3.4 Procedimento

1. Calcinar os cadinhos a 550 °C por 30 minutos, resfriar em dessecador e pesar (Mv).

2. Pesar 2–3 g de amostra seca (Prática 1) no cadinho (Ma). Realizar pré-carbonização lenta no bico de Bunsen até cessar emissão de fumaça preta.

3. Transferir ao mufla a 550 °C por 4–6 horas até obter resíduo branco ou cinza uniforme. Desligar, aguardar resfriar até ~200 °C, transferir ao dessecador por 30 minutos e pesar (Mc).

4. Se o resíduo ainda apresentar pontos negros, umedecer com água destilada, secar em estufa e retornar ao mufla por mais 1 hora.

5. Calcular % MM e registrar na tabela abaixo.

**Tabela 2 – Determinação de Cinzas (Matéria Mineral) em Alimentos para Animais**

| Amostra             | Cadinho Vazio (g) | Cad. + Amostra Seca (g) | Massa Amostra Seca (g) | Cad. + Cinzas (g) | Massa Cinzas (g) | % MM (na MS) |
|---------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Milho grão          |                   |                         |                        |                   |                  |              |
| Farelo de soja      |                   |                         |                        |                   |                  |              |
| Farinha de ossos    |                   |                         |                        |                   |                  |              |
| Ração suína         |                   |                         |                        |                   |                  |              |
| Feno de coast-cross |                   |                         |                        |                   |                  |              |
| Sal mineral bovino  |                   |                         |                        |                   |                  |              |

Fonte: Metodologia baseada em AOAC (2019) – Método 942.05 e CBAA (2013) – Método A-03.

### **3.5 Questões para Discussão**

- Uma farinha de carne apresentou 22% de MM (esperado: 32–36%). O que isso pode indicar?
- Por que a pré-carbonização antes da mufla é etapa obrigatória?
- Qual mineral é determinante para a qualidade da farinha de ossos? Como seria verificado?

## 4. PRÁTICA 3 – PROTEÍNA BRUTA (MÉTODO DE KJELDAHL)

### 4.1 Fundamentação Teórica

A Proteína Bruta (PB) é determinada pelo método de Kjeldahl (AOAC 984.13; CBAA Método A-05), que baseia-se na digestão da amostra com ácido sulfúrico concentrado (fase digestão), seguida da destilação do nitrogênio liberado como amônia e sua quantificação por titulação (fase destilação-titulação). O teor de nitrogênio total (N%) é multiplicado pelo fator 6,25 para estimar a PB, assumindo que as proteínas contêm em média 16% de nitrogênio (SILVA; QUEIROZ, 2002; AOAC, 2019).

É fundamental compreender que o método de Kjeldahl estima a Proteína Bruta e não a proteína verdadeira, pois quantifica todo o nitrogênio presente na amostra, incluindo o nitrogênio não proteico (NNP), como uréia, amônia, nucleotídeos e aminoácidos livres. Para ruminantes, o NNP pode ser aproveitado pelos microrganismos ruminais como fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana, o que é relevante na formulação de dietas para bovinos (BERTECHINI, 2012; ROSTAGNO et al., 2017).

A adulteração de farinhas proteicas (soja, peixe, carne) pela adição de melamine, uréia ou outros compostos nitrogenados para fraudar o teor de PB na análise de Kjeldahl é um problema documentado na cadeia de alimentos para animais. Métodos complementares, como cromatografia de aminoácidos ou determinação da proteína verdadeira por precipitação, permitem detectar esse tipo de adulteração (CBAA, 2013; MAPA, 2020).

### 4.2 Fórmulas de Cálculo

$$N (\%) = [(V \text{ amostra} - V \text{ branco}) \times N \text{ HCl} \times 0,014 \times 100] / \text{Massa amostra (g)}$$

Onde: V amostra = volume de HCl gasto na titulação da amostra (mL); V branco = volume de HCl gasto na titulação do branco (mL); N HCl = normalidade da solução de HCl; 0,014 = equivalente-grama do nitrogênio.

$$\% \text{ Proteína Bruta (PB)} = \% N \times 6,25$$

O fator 6,25 deriva da proporção média de N nas proteínas ( $100/16 = 6,25$ ). Para proteínas específicas, fatores diferentes podem ser adotados: leite = 6,38; trigo = 5,70; amendoim = 5,46 (AOAC, 2019).

Exemplo: V amostra = 14,8 mL; V branco = 0,2 mL; N HCl = 0,1; Massa = 0,5 g:  
 $N\% = [(14,8 - 0,2) \times 0,1 \times 0,014 \times 100] / 0,5 = 0,2044 / 0,5 = 40,88\%...$  [Observe que valores altos indicam uso de N puro como traçador; a amostra real gera N% entre 1 e 10%].

### 4.3 Materiais

- Digestor de Kjeldahl (bloco digestor ou frasco 800 mL), destilador de nitrogênio
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado P.A., mistura catalítica (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CuSO<sub>4</sub> ou pastilhas Kjeldahl)
- Solução de NaOH 50% (m/v), solução indicadora de ácido bórico a 2% + indicador misto
- Solução de HCl 0,1 N padronizada, bureta de 25 mL
- Amostras (0,2–1,0 g): farelo de soja, farinha de peixe, milho grão, ureia pecuária

### 4.4 Procedimento Simplificado (Demonstrativo)

**DIGESTÃO:** Transferir 0,3–0,5 g de amostra seca para tubo de digestão. Adicionar 6 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado e 1 pastilha Kjeldahl. Digerir no bloco a 380–420 °C por 1–2 horas até solução ficar azul-esverdeada transparente. Resfriar.

**DESTILAÇÃO:** Transferir o digerido para o destilador. Adicionar excesso de NaOH 50%. Coletar o destilado em erlenmeyer contendo 25 mL de solução de ácido bórico com indicador. Destilar por 4 minutos.

**TITULAÇÃO:** Titular com HCl 0,1 N até viragem de verde para cinza-róseo. Registrar o volume gasto. Processar também um branco (sem amostra).

Calcular N% e PB e registrar na tabela abaixo.

### Tabela 3 – Determinação de Proteína Bruta (Kjeldahl) em Alimentos para Animais

| Amostra            | Massa (g) | V HCl gasto (mL) | Branco HCl (mL) | N total (g) | % PB (na MS) | Ref. (%PB esperado) |
|--------------------|-----------|------------------|-----------------|-------------|--------------|---------------------|
| Farelo de soja     |           |                  |                 |             |              |                     |
| Farelo de algodão  |           |                  |                 |             |              |                     |
| Milho grão         |           |                  |                 |             |              |                     |
| Farinha de peixe   |           |                  |                 |             |              |                     |
| Ureia pecuária     |           |                  |                 |             |              |                     |
| Ração aves postura |           |                  |                 |             |              |                     |

Fonte: Metodologia baseada em AOAC (2019) – Método 984.13 e CBAA (2013) – Método A-05.

#### 4.5 Valores de Referência (%PB na MS)

- Farelo de soja 45% (casca parcial): 45–49% | Farelo de algodão: 38–42%
- Milho grão: 8–9% | Farinha de peixe: 55–65% | Ureia (NNP equiv.): ~281%

#### 4.6 Questões para Discussão

- Por que a uréia apresenta um 'equivalente proteico' muito acima de 100%?
- Quais as limitações do método de Kjeldahl para avaliar qualidade proteica?
- Como seria possível detectar adulteração com melamina em farelo de soja pelo método de Kjeldahl?

## 5. PRÁTICA 4 – EXTRATO ETÉREO (LIPÍDIOS)

### 5.1 Fundamentação Teórica

O Extrato Etéreo (EE), denominado também de gordura bruta, representa a fração do alimento solúvel em solventes orgânicos (éter de petróleo, hexano ou éter dietílico). Além dos triglicerídeos, o EE inclui pigmentos carotenoides, vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K), ceras, fosfolípidios e esteróis, razão pela qual é chamado de 'extrato' e não apenas de 'gordura' (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Na nutrição animal, o EE é importante sob dois aspectos: (a) energético — as gorduras fornecem 2,25 vezes mais energia que carboidratos e proteínas (8,85 kcal EM/g vs. 3,85 kcal EM/g), sendo adicionadas a rações de alta densidade energética para aves, suínos e rações para cão/gato; e (b) qualitativo — o índice de acidez e o teste de rancidez (Kreis ou TBA) avaliam a oxidação das gorduras, que pode comprometer a palatabilidade, destruir vitaminas lipossolúveis e gerar compostos tóxicos (peróxidos, aldeídos) (BERTECHINI, 2012; NRC, 2006).

O método de Soxhlet (AOAC 920.39; CBA Método A-04) é o método oficial para determinação de EE em alimentos para animais. A extração contínua com éter de petróleo (40–60 °C) em refluxo por 6–8 horas garante a extração completa dos lipídios neutros. A pré-secagem da amostra é obrigatória, pois a presença de água impede a penetração do solvente apolar nos grânulos da amostra (AOAC, 2019; SILVA; QUEIROZ, 2002).

### 5.2 Fórmula de Cálculo

$$\% EE = [(Bf - Bv) / Ma] \times 100$$

Onde: Bf = massa do balão após extração e evaporação do solvente (g); Bv = massa do balão vazio tarado (g); Ma = massa da amostra seca (g).

*Exemplo:* Bf = 86,432 g; Bv = 85,000 g; Ma = 5,000 g → % EE = [(86,432 – 85,000) / 5,000] × 100 = 28,64%

### 5.3 Materiais

- Extrator de Soxhlet completo (balão, câmara, condensador), manta aquecedora
- Éter de petróleo P.A. (faixa de ebulição 40–60 °C) ou hexano P.A.
- Cartuchos de celulose, algodão desengordurado, balança analítica, estufa

- Amostras: milho grão, farelo de soja, soja integral, ração de gatos, óleo de soja, semente de girassol

#### 5.4 Procedimento

1. Secar os balões em estufa (105 °C, 30 min), resfriar em dessecador e pesar (Bv).

2. Pesar 3–5 g de amostra seca no cartucho de celulose e cobrir com algodão. Inserir no extrator.

3. Adicionar éter de petróleo no balão (1,5 x volume do sifão + volume do balão). Montar o sistema.

4. Aquecer com manta aquecedora, mantendo 3–5 sifões/hora. Extrair por 6–8 horas.

5. Recuperar o solvente (evaporador rotativo ou fluxo de N<sub>2</sub>). Secar o balão na estufa (105 °C, 30 min), resfriar em dessecador e pesar (Bf).

6. SEGURANÇA: O éter de petróleo é altamente inflamável — trabalhar em capela, longe de chamas abertas. Utilizar EPI completo (óculos, luvas de borracha nitrílica, jaleco).

**Tabela 4 – Determinação de Extrato Etéreo (Lipídios) em Alimentos para Animais (Método de Soxhlet)**

| Amostra               | Massa Amostra (g) | Balão Vazio (g) | Balão + Lipídios (g) | Massa Lipídios (g) | % EE (na MS) | Índice de Rancidez (S/N) |
|-----------------------|-------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------|--------------------------|
| Milho grão            |                   |                 |                      |                    |              |                          |
| Farelo de soja        |                   |                 |                      |                    |              |                          |
| Óleo de soja bruto    |                   |                 |                      |                    |              |                          |
| Farinha de carne      |                   |                 |                      |                    |              |                          |
| Ração de gatos (seca) |                   |                 |                      |                    |              |                          |
| Semente de girassol   |                   |                 |                      |                    |              |                          |

Fonte: Metodologia baseada em AOAC (2019) – Método 920.39 e CBA (2013) – Método A-04.

### 5.5 Questões para Discussão

- Por que a pré-secagem da amostra é obrigatória na extração de EE por Soxhlet?
- Uma ração para cão apresentou EE = 22% (esperado: 12–16%). Quais as possíveis causas e consequências?
- Como a rancidez das gorduras pode prejudicar os animais e como é avaliada no laboratório?

## 6. PRÁTICA 5 – FIBRA BRUTA

### 6.1 Fundamentação Teórica

A Fibra Bruta (FB) é a fração do alimento resistente à digestão ácida e alcalina sob condições padronizadas, sendo composta predominantemente por celulose e lignina (parcialmente). O método de Weende (AOAC 962.09; CBAA Método A-06) consiste em: (1) digestão com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluído (0,255 N) por 30 minutos, para simular a digestão ácida gástrica; (2) digestão com NaOH diluído (0,313 N) por 30 minutos, para simular a digestão alcalina intestinal; e (3) incineração do resíduo final para correção pelas cinzas insolúveis (SILVA; QUEIROZ, 2002; AOAC, 2019).

A FB é um parâmetro fundamental para a avaliação de volumosos (fenos, silagens, capins e palhas) e de subprodutos agroindustriais fibrosos (bagaço de cana, casca de soja, polpa cítrica). Em ruminantes, a fibra é fermentada no rúmen pelos microrganismos celulolíticos, gerando Ácidos Graxos Voláteis (AGV — acetato, propionato e butirato) que respondem por 60–80% da energia metabolizável nesses animais. Em monogástricos (suínos, aves), a fibra tem menor digestibilidade, mas sua presença em níveis adequados regula a motilidade intestinal e atua como fator de saúde do trato digestivo (BERTECHINI, 2012; NRC, 2012).

O sistema de Van Soest (1967) para determinação da Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) é metodologicamente superior ao método de Weende para caracterização da fração fibrosa, especialmente em volumosos. A FDN inclui celulose, hemicelulose e lignina, enquanto a FDA inclui apenas celulose e lignina. A diferença entre FDN e FDA corresponde ao teor de hemicelulose (potencialmente digestível por ruminantes). Contudo, por demandar equipamentos específicos, o método de FB de Weende ainda é predominante em práticas didáticas (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991).

### 6.2 Fórmula de Cálculo

$$\% \text{ FB} = [(Pr - Pc) / Ma] \times 100$$

Onde: Pr = massa do cadinho + resíduo após dupla digestão (g); Pc = massa do cadinho + resíduo após calcinação a 550 °C (g); Ma = massa da amostra seca e isenta de gordura (g).

*Nota: A amostra deve ser pré-desengordurada (extração com éter) antes da digestão, caso o teor de EE seja > 2%. Isso evita a formação de sabões que interferem na filtração.*

*Exemplo: Pr = 12,450 g; Pc = 12,182 g; Ma = 1,000 g → % FB = [(12,450 – 12,182) / 1,000] × 100 = 26,8%*

### 6.3 Materiais

- Aparato de digestão de fibra (Fibertec) ou conjunto de refluxo (erlenmeyers 600 mL + condensador)
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,255 N e NaOH 0,313 N, cadinhos de vidro sinterizado (porosidade 2)
- Mufla, estufa, dessecador, bomba de vácuo para filtração, balança analítica
- Amostras: feno de tifton, silagem de sorgo, polpa cítrica, bagaço de cana, casca de soja

### 6.4 Procedimento

1. Pesar 1,0–2,0 g de amostra seca e desengordurada (Ma) em erlenmeyer de 600 mL.

2. DIGESTÃO ÁCIDA: Adicionar 200 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,255 N fervente. Conectar ao condensador e manter em ebulição suave por 30 minutos exatos. Filtrar a vácuo em cadinho sinterizado pré-pesado.

3. Lavar o resíduo com água quente (3 × 50 mL) e, em seguida, com acetona (2 × 25 mL).

4. DIGESTÃO ALCALINA: Transferir o resíduo de volta ao erlenmeyer com 200 mL de NaOH 0,313 N fervente. Manter em ebulição por 30 minutos. Filtrar, lavar com água quente e acetona.

5. Secar o cadinho com resíduo em estufa (105 °C, 2 horas), resfriar em dessecador e pesar (Pr).

6. Calcinar em mufla (550 °C, 30 minutos), resfriar em dessecador e pesar (Pc). Calcular % FB.

### **Tabela 5 – Determinação de Fibra Bruta em Alimentos para Animais (Método de Weende)**

| Amostra          | Massa Amostra (g) | Cadinho Vazio (g) | Resíduo Pós-Digestão (g) | Resíduo Pós-Calcinação (g) | Massa FB (g) | % FB (na MS) |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|
| Feno de tifton   |                   |                   |                          |                            |              |              |
| Silagem de sorgo |                   |                   |                          |                            |              |              |
| Polpa cítrica    |                   |                   |                          |                            |              |              |
| Bagaço de cana   |                   |                   |                          |                            |              |              |
| Casca de soja    |                   |                   |                          |                            |              |              |
| Milho grão       |                   |                   |                          |                            |              |              |

Fonte: Metodologia baseada em AOAC (2019) – Método 962.09 e CBAA (2013) – Método A-06.

### 6.5 Questões para Discussão

- Qual a diferença entre Fibra Bruta (FB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN)?
- Por que a fibra tem papel tão diferente na nutrição de ruminantes e de monogástricos?
- Uma silagem com FB = 35% (na MS) seria adequada para bovinos de corte em terminação?

## 7. PRÁTICA 6 – pH DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS

---

### 7.1 Fundamentação Teórica

A determinação do pH é uma análise rápida, de baixo custo e alto impacto informativo na avaliação de alimentos para animais, especialmente para silagens, rações úmidas, subprodutos fermentados e ingredientes líquidos. O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração de íons hidrogênio ( $H^+$ ) em solução ( $pH = -\log[H^+]$ ) e indica o grau de acidez ou alcalinidade do alimento (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Na avaliação de silagens, o pH é o indicador mais imediato da qualidade fermentativa. Uma silagem bem conservada deve apresentar  $pH \leq 3,8-4,2$  (a depender do teor de MS e da espécie forrageira), resultante da produção adequada de ácido láctico pelas bactérias ácido-lácticas homofermentativas. Silagens com  $pH > 4,5$  são indicativas de fermentação inadequada (predominância de *Clostridium*, com produção de ácido butírico e amônia) ou de deterioração aeróbia pós-abertura (ação de fungos e leveduras). O pH da silagem é determinado no extrato aquoso (diluição 1:10) ou diretamente na massa, usando eletrodo de sonda (McDONALD et al., 2011; NUSSIO; MANZANO, 1999).

Para rações úmidas e subprodutos, o pH fornece informações sobre o estado de conservação, o risco microbiológico ( $pH < 4,5$  inibe *Salmonella* e *Clostridium botulinum*) e a estabilidade do produto durante o armazenamento. Medidores de pH digitais (pHmetros) são os equipamentos de referência; fitas indicadoras de pH podem ser usadas para triagem rápida em campo, com precisão de  $\pm 0,5$  unidade de pH (CBAA, 2013).

### 7.2 Materiais

- pHmetro digital com eletrodo de vidro, soluções tampão pH 4,0 e 7,0 para calibração
- Fitas indicadoras de pH (faixa 1–14) para comparação didática
- Béqueres de 100 mL, bastão de vidro, balança semi-analítica
- Amostras: silagem de milho (boa e deteriorada), ração úmida de cão, melaço de cana, polpa cítrica, farelo de trigo

### 7.3 Procedimento

Para sólidos: Pesar 10 g da amostra, adicionar 90 mL de água destilada (diluição 1:10). Agitar por 5 minutos, filtrar e medir o pH da solução resultante.

Para líquidos e pastas: Imergir diretamente o eletrodo na amostra após calibração.

Para silagens em campo: Inserir o eletrodo de sonda diretamente na massa ensilada (sem diluição) ou utilizar fita indicadora no suco extraído por pressão.

Calibrar o pHmetro com os tampões pH 4,0 e 7,0 antes de cada série de medições. Lavar o eletrodo com água destilada e secar com papel absorvente entre as amostras. Registrar os resultados na tabela abaixo.

**Tabela 6 – Determinação de pH em Alimentos e Subprodutos para Animais**

| Amostra / Alimento                 | pH (leitura 1) | pH (leitura 2) | pH Médio | Faixa Esperada | Classificação (Estável / Suspeito) | Observações |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------|----------------|------------------------------------|-------------|
| Silagem de milho (boa fermentação) |                |                |          |                |                                    |             |
| Silagem de milho (deteriorada)     |                |                |          |                |                                    |             |
| Ração úmida canina                 |                |                |          |                |                                    |             |
| Polpa cítrica                      |                |                |          |                |                                    |             |
| Melaço de cana                     |                |                |          |                |                                    |             |
| Farelo de trigo                    |                |                |          |                |                                    |             |
| Soro de leite em pó                |                |                |          |                |                                    |             |

Fonte: Metodologia baseada em CBAA (2013) e McDonald et al. (2011).

#### 7.4 Faixas de pH de Referência para Alimentos Animais

- Silagem de milho (boa qualidade): 3,6–4,2 | Silagem deteriorada: > 4,5
- Melaço de cana: 5,0–6,5 | Polpa cítrica: 3,5–4,5 | Farelo de trigo: 5,5–6,5
- Ração úmida canina (produto fresco): 5,5–6,8

### **7.5 Questões para Discussão**

- Por que o pH sozinho não é suficiente para determinar a qualidade de uma silagem?
- Como o pH influencia o crescimento de microrganismos em rações úmidas armazenadas?
- Qual o pH ideal de uma silagem de cana-de-açúcar de boa qualidade?

## 8. PRÁTICA 7 – ÍNDICE DE ACIDEZ

### 8.1 Fundamentação Teórica

O Índice de Acidez (IA) é um parâmetro analítico que indica o grau de hidrólise e oxidação das gorduras presentes em ingredientes lipídicos e rações para animais. Ele representa a quantidade de ácido graxo livre (AGL) presente na gordura, expressa em mg de KOH necessários para neutralizar os AGL em 1 g de amostra (mg KOH/g) ou, alternativamente, em percentual de ácido oleico equivalente (SILVA; QUEIROZ, 2002; AOAC, 2019).

A hidrólise e a oxidação das gorduras são aceleradas por fatores como: temperatura elevada, umidade, exposição à luz, presença de metais de transição (Cu, Fe) e atividade enzimática (lipases de microrganismos contaminantes). Em farinhas de origem animal (farinha de carne e ossos, farinha de peixe), o IA é um indicador crítico de qualidade, pois farinhas mal processadas ou armazenadas em condições inadequadas tendem a apresentar IA elevado, comprometendo o valor nutritivo e a palatabilidade do produto final (BERTECHINI, 2012; CBAA, 2013).

Para óleos e gorduras destinados à alimentação animal, o MAPA estabelece limites máximos de IA: óleos vegetais brutos  $\leq 4$  mg KOH/g; gorduras animais  $\leq 10$  mg KOH/g; farinhas de origem animal  $\leq 25$  mg KOH/g de gordura extraída. Valores acima desses limites indicam degradação lipídica significativa e imprópria para inclusão em rações (MAPA/IN nº 30/2019; CBAA, 2013).

### 8.2 Fórmula de Cálculo

$$IA \text{ (mg KOH/g)} = (V \times N \times 56,1) / m$$

Onde: V = volume de KOH 0,1 N gasto na titulação (mL); N = normalidade da solução de KOH; 56,1 = massa molar do KOH (g/mol); m = massa da amostra (g).

Exemplo: V = 8,5 mL; N KOH = 0,1; m = 5,0 g  $\rightarrow$  IA =  $(8,5 \times 0,1 \times 56,1) / 5,0 = 47,7 / 5,0 = 9,54$  mg KOH/g

Para expressar o IA em % de ácido oleico: % Ácido Oleico =  $(V \times N \times 0,02821 \times 100) / m$

### 8.3 Materiais

- KOH 0,1 N em solução alcoólica (etanol 95°), indicador fenolftaleína 1% em etanol

- Bureta de 25 mL, erlenmeyer 250 mL, pipeta volumétrica
- Solução de éter etílico:etanol (2:1, v/v) para dissolução das amostras lipídicas
- Amostras: óleo de soja bruto, óleo de soja refinado, gordura animal (sebo), farinha de peixe

## 8.4 Procedimento

1. Pesar 2–5 g da amostra (ou 5 mL de óleo) em erlenmeyer de 250 mL.
2. Dissolver em 50 mL da mistura éter:etanol (2:1) previamente neutralizada com KOH.
3. Adicionar 3–5 gotas de fenolftaleína. Titular com KOH 0,1 N alcoólico até coloração rósea persistente por 30 segundos.
4. Registrar o volume de KOH gasto e calcular o IA conforme fórmula acima.
5. Para amostras sólidas (farinhas): extrair os lipídios previamente com éter de petróleo (Soxhlet simplificado por 2–3 sífões) e usar o extrato lipídico para a titulação.

**Tabela 7 – Determinação do Índice de Acidez em Ingredientes Lipídicos para Animais**

| Amostra                | Massa (g ou mL) | V KOH gasto (mL) | N KOH | IA (mg KOH/g) | Limite Aceitável | Situação (C / NC) |
|------------------------|-----------------|------------------|-------|---------------|------------------|-------------------|
| Óleo de soja bruto     |                 |                  |       |               |                  |                   |
| Óleo de soja refinado  |                 |                  |       |               |                  |                   |
| Gordura animal (sebo)  |                 |                  |       |               |                  |                   |
| Farinha de peixe       |                 |                  |       |               |                  |                   |
| Milho grão (amostra 1) |                 |                  |       |               |                  |                   |
| Milho grão (amostra 2) |                 |                  |       |               |                  |                   |

Fonte: Metodologia baseada em AOAC (2019) – Método 969.17 e CBAA (2013) – Método A-09.

### 8.5 Questões para Discussão

- Por que óleos e gorduras com IA elevado comprometem o desempenho animal?
- Qual a diferença entre rancidez hidrolítica e rancidez oxidativa?
- Quais aditivos são usados para retardar a rancidez em rações para animais?

## 9. PRÁTICA 8 – CARBOIDRATOS POR DIFERENÇA E NDT

### 9.1 Fundamentação Teórica

Os carboidratos totais, denominados na análise de Weende como Extrativo Não Nitrogenado (ENN), são calculados por diferença após a determinação das demais frações da composição centesimal. O ENN inclui amido, açúcares solúveis, pectinas, hemiceluloses e uma parcela de lignina e outros compostos não identificados pelas outras frações. Por ser calculado por diferença, o ENN acumula os erros de todas as demais determinações (SILVA; QUEIROZ, 2002; BERTECHINI, 2012).

A partir da composição centesimal (Análise de Weende), é possível estimar o Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), um indicador do valor energético dos alimentos amplamente utilizado na nutrição de ruminantes e equinos. O NDT é expresso em percentagem e representa a soma das frações digestíveis de PB, EE (multiplicado por 2,25 para equiparar à energia dos carboidratos), FB e ENN (ROSTAGNO et al., 2017; NRC, 2001).

O NDT estimado pela Análise de Weende apresenta limitações para volumosos (subestima a digestibilidade da fibra em ruminantes) e para animais monogástricos (superestima a energia disponível). Para rações de aves e suínos, a Energia Metabolizável (EM) determinada por ensaios in vivo é o parâmetro mais preciso. Para bovinos, a EM estimada a partir do NDT é amplamente utilizada: EM (Mcal/kg MS)  $\approx$  NDT (%)  $\times$  0,04409 (NRC, 2001; ROSTAGNO et al., 2017).

### 9.2 Fórmulas de Cálculo

$$\% \text{ ENN (Carboidratos)} = 100 - (\% \text{ Umidade} + \% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM} + \% \text{ FB})$$

Todos os valores devem estar na mesma base (úmida ou seca). Se na matéria seca, substituir %Umidade = 0.

$$\text{NDT (\%)} = \% \text{ PB digestível} + \% \text{ EE digestível} \times 2,25 + \% \text{ FB digestível} + \% \text{ ENN digestível}$$

Equação simplificada para estimativa (Weende/NRC):

$$\text{NDT estimado (\%)} = \% \text{ PB} + (\% \text{ EE} \times 2,25) + \% \text{ ENN} + 0,75 \times \% \text{ FB} - 7$$

A constante  $-7$  é um ajuste empírico. Para volumosos tropicais, as equações do NRC (1996/2001) utilizam parâmetros de FDN e FDA para maior precisão (NRC, 2001).

Exemplo: PB = 8,9%; EE = 3,9%; MM = 1,3%; FB = 2,2%; Umidade = 13,0% (base úmida):

$$\text{ENN} = 100 - (13,0 + 8,9 + 3,9 + 1,3 + 2,2) = 70,7\%$$

$$\text{NDT} = 8,9 + (3,9 \times 2,25) + 70,7 + (0,75 \times 2,2) - 7 = 8,9 + 8,78 + 70,7 + 1,65 - 7 = 83,0\%$$

### 9.3 Materiais

Esta prática é essencialmente de cálculo, utilizando os dados obtidos nas Práticas 1 a 5.

- Tabela de composição dos alimentos (CBAA, 2013; ROSTAGNO et al., 2017; TACO/NEPA-UNICAMP)
- Calculadora ou planilha eletrônica (Excel ou Google Sheets)
- Dados experimentais de Umidade, PB, EE, MM e FB das amostras analisadas

### 9.4 Procedimento

1. Compilar os resultados das Práticas 1 a 5 para cada amostra (todos na base seca).

2. Calcular o ENN por diferença:  $\text{ENN} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{MM} + \text{FB})$  [na MS, Umidade = 0].

3. Calcular o NDT estimado pela equação simplificada.

4. Comparar o NDT calculado com os valores tabelados do CBAA/ROSTAGNO.

5. Registrar e interpretar os resultados na tabela abaixo.

**Tabela 8 – Cálculo de Carboidratos (ENN) por Diferença e NDT Estimado**

| Amostra        | % Umidade | % PB | % EE | % MM | % FB | % CHO (dif.) | NDT estimado (%) |
|----------------|-----------|------|------|------|------|--------------|------------------|
| Milho grão     |           |      |      |      |      |              |                  |
| Farelo de soja |           |      |      |      |      |              |                  |

|                              |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Sorgo grão                   |  |  |  |  |  |  |  |
| Farelo de trigo              |  |  |  |  |  |  |  |
| Ração bovinos (confinamento) |  |  |  |  |  |  |  |
| Ração equinos (manutenção)   |  |  |  |  |  |  |  |

Nota:  $NDT\ estimado = \%PB + (\%EE \times 2,25) + \%ENN + (0,75 \times \%FB) - 7$ . Expressão na Matéria Seca.

Fonte: Metodologia baseada em NRC (2001), CBAA (2013) e Rostagno et al. (2017).

### 9.5 Questões para Discussão

- Por que o EE é multiplicado por 2,25 na fórmula do NDT?
- Quais os principais fatores que limitam a precisão do NDT estimado pela análise de Weende?
- Compare o NDT do milho e do farelo de soja: qual fornece mais energia? Qual tem mais proteína?

## 10. PRÁTICA 9 – AVALIAÇÃO SENSORIAL SIMPLES

---

### 10.1 Fundamentação Teórica

A avaliação sensorial de alimentos para animais constitui a forma mais rápida, econômica e prática de triagem de qualidade, sendo indispensável tanto no laboratório quanto em situações de campo (recepção de ingredientes em fazendas, aceitação de rações em centros de distribuição). Embora subjetiva por natureza, quando executada sistematicamente e com critérios padronizados, fornece informações valiosas que podem orientar a decisão de aceitar, rejeitar ou encaminhar amostras para análise físico-química mais aprofundada (CBAA, 2013; SILVA JUNIOR, 2014).

Os atributos sensoriais avaliados em alimentos para animais incluem: (a) Cor — desvios em relação à coloração típica do ingrediente podem indicar oxidação (milho amarelado → amarelo-alaranjado por aflatoxina B1; farelo de soja verde por presença de clorofila em processamento inadequado; feno com manchas escuras por fermentação excessiva); (b) Odor — o olfato é o sentido mais sensível para detectar rancidez (odor rançoso, típico de aldeídos e cetonas de cadeia curta), fermentação butírica (odor de manteiga rançosa em silagens deterioradas), presença de urina (odor amoniacal por degradação proteica) e contaminação fúngica (odor de mofo) (NUSSIO; MANZANO, 1999; CBAA, 2013).

A presença de mofo visível (manchas brancas, verdes, pretas ou amareladas na superfície ou no interior da amostra) é um indicador de deterioração e de provável contaminação por micotoxinas. As principais micotoxinas de importância veterinária são: aflatoxinas (*Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*) — afetam fígado e imunidade; fumonisinas (*Fusarium moniliforme*) — causam leucoencefalomalácia em equinos e edema pulmonar em suínos; tricotecenos e zearalenona (*Fusarium* spp.) — comprometem reprodução e imunidade (BERTECHINI, 2012; MAPA, 2020).

### 10.2 Critérios de Avaliação

- Cor: 1 = Coloração típica e uniforme (adequado); 2 = Coloração levemente alterada ou não uniforme (suspeito); 3 = Coloração atípica, escurecimento ou manchas (impróprio)

- Odor: 1 = Odor característico do ingrediente (adequado); 2 = Odor levemente diferente do padrão (suspeito); 3 = Odor rançoso, amoniacal, butírico ou de mofo (impróprio)
- Aspecto: 1 = Grânulos íntegros, textura e granulometria adequadas (adequado); 2 = Grânulos parcialmente aglomerados, leve presença de impurezas (suspeito); 3 = Aglomeração intensa, presença de corpos estranhos, mofo visível (impróprio)

### 10.3 Materiais

- Bandejas de inox ou pratos brancos para disposição das amostras
- Espátulas, pinças, lupas manuais (para inspeção de mofo e corpos estranhos)
- Luz branca (iluminação artificial ou natural) para avaliação de cor
- Fichas de registro padronizadas (Tabela 9)
- EPIs: luvas de procedimento, máscara, jaleco
- Amostras: milho grão (lote padrão e lote suspeito), farelo de soja, feno, silagem, ração comercial, farinha de peixe

### 10.4 Procedimento

1. Dispor as amostras em bandejas identificadas com código alfanumérico (cego para os avaliadores). Pesar 50–100 g de cada amostra.

2. Avaliar primeiro a COR sob luz branca, registrando a pontuação conforme escala.

3. Avaliar o ODOR aproximando a amostra ao nariz (sem inalação profunda de amostras pulverulentas). Registrar a pontuação.

4. Avaliar o ASPECTO, verificando integridade dos grânulos, presença de aglomerados, corpos estranhos, insetos ou mofo visível com auxílio de lupa.

5. Emitir o PARECER FINAL: Aprovado (todas as notas = 1), Suspeito (alguma nota = 2), Reprovado (qualquer nota = 3).

6. Registrar os resultados na tabela abaixo e discutir em grupo as amostras classificadas como Suspeito ou Reprovado.

### Tabela 9 – Avaliação Sensorial Simples de Ingredientes e Rações para Animais

| Amostra / Alimento  | Cor (1-3)* | Odor (1-3)* | Aspecto (1-3)* | Mofo Visível (S/N) | Nota Global (1-3)* | Parecer (Aprovado / Reprovado / Suspeito) |
|---|------------|-------------|----------------|--------------------|--------------------|---|
| Milho grão (lote A)   |            |             |                |                    |                    |   |
| Milho grão (lote B – suspeito)  |            |             |                |                    |                    |   |
| Farelo de soja  |            |             |                |                    |                    |   |
| Feno de tifton  |            |             |                |                    |                    |   |
| Silagem de milho  |            |             |                |                    |                    |   |
| Ração comercial cães  |            |             |                |                    |                    |   |
| Farinha de peixe  |            |             |                |                    |                    |   |
| * Escala: 1 = Adequado/Normal   2 = Suspeito/Alterado   3 = Impróprio/Reprovado |            |             |                |                    |                    |   |

Fonte: Critérios baseados em CBAA (2013) e Bertechini (2012).

### 10.5 Questões para Discussão

- Quais micotoxinas são mais prevalentes em milho no Brasil e como afetam os animais?
- Um ingrediente com nota sensorial = 1 em todos os atributos garante ausência de micotoxinas?
- Como o odor butírico em silagens se relaciona com a fermentação pelo *Clostridium*?

## 11. PRÁTICA 10 – TESTES RÁPIDOS DE CONTAMINAÇÃO MICROBIANA

---

### 11.1 Fundamentação Teórica

A contagem microbiana de alimentos para animais é um indicador de segurança alimentar e de qualidade higiênico-sanitária dos ingredientes e rações, especialmente para aqueles destinados a animais com maior susceptibilidade a infecções (filhotes, leitões, animais imunossuprimidos) ou para sistemas de produção com alto padrão sanitário (granjas SPF — livres de patógenos específicos). Os grupos microbianos mais relevantes são: aeróbios mesófilos totais (indicador geral de contaminação), coliformes totais e termotolerantes (indicadores de contaminação fecal e de higiene do processo), fungos e leveduras (deterioradores e produtores de micotoxinas) e *Salmonella* spp. (patógeno de alta relevância em rações avícolas e para cães/gatos) (CBAA, 2013; BRASIL, 2020).

Os métodos convencionais de microbiologia (plaqueamento em meios específicos, incubação e contagem de colônias após 24–72 horas) são os padrões de referência, mas exigem laboratório de microbiologia equipado. Os testes rápidos — como placas prontas para uso (Petrifilm 3M®, Compact Dry®, Easygel®) — oferecem praticidade, menor tempo de análise e possibilidade de uso em laboratórios com infraestrutura básica, sendo adequados para aulas práticas didáticas e para triagem em campo (CBAA, 2013).

Para alimentos industrializados destinados a cães e gatos, a Instrução Normativa MAPA nº 30/2019 estabelece padrões microbiológicos específicos, incluindo ausência de *Salmonella* em 25 g e contagem de aeróbios mesófilos  $\leq 5 \times 10^4$  UFC/g para produtos prontos para consumo. Para ingredientes de origem vegetal e animal, os limites são estabelecidos em função do processo de produção e das condições de armazenamento (BRASIL, 2019).

### 11.2 Materiais

- Placas prontas para aeróbios mesófilos totais e fungos/leveduras (ex.: Petrifilm 3M®)
- Solução salina peptonada 0,1% (diluente), micropipetas calibradas (1 mL)
- Estufa bacteriológica a 35–37 °C (aeróbios) e a 25 °C (fungos/leveduras)

- Stomacher ou sacos plásticos estéreis para homogeneização das amostras
- Balança semi-analítica, luvas de procedimento, máscara, jaleco
- Amostras: ração úmida canina recém-aberta e com 48 h, silagem, farinha de peixe, polpa cítrica úmida

### 11.3 Procedimento

1. PREPARO DAS AMOSTRAS: Pesar 10 g de cada amostra em saco estéril. Adicionar 90 mL de solução salina peptonada 0,1%. Homogeneizar em stomacher por 2 minutos ou manualmente por agitação vigorosa por 1 minuto (diluição  $10^{-1}$ ).

2. DILUIÇÕES DECIMAIS: A partir da diluição  $10^{-1}$ , preparar diluições  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  pipetando 1 mL em 9 mL de salina peptonada.

3. INOCULAÇÃO NAS PLACAS: Abrir a placa Petrifilm, inocular 1 mL da diluição adequada com micropipeta. Fechar e aplicar o espalhador por 5 segundos. Deixar gelificar por 1 minuto.

4. INCUBAÇÃO: Aeróbios mesófilos a 35 °C por 48 horas; Fungos e leveduras a 25 °C por 3–5 dias.

5. CONTAGEM: Contar as colônias com contador de colônias ou a olho nu. Calcular UFC/g:  $\text{UFC/g} = \text{n}^\circ \text{ de colônias} \times (1/\text{diluição usada})$ . Registrar na tabela abaixo e comparar com os limites da IN MAPA nº 30/2019.

**Tabela 10 – Testes Rápidos de Contaminação Microbiana em Alimentos para Animais**

| Amostra                              | Método / Placa Utilizada | Contagem (UFC/g ou /mL) | Limite de Referência | Situação (C / NC) | Observações / Ação Proposta |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|
| Ração úmida (cão – abertura recente) |                          |                         |                      |                   |                             |
| Ração úmida (cão – 48 h aberta)      |                          |                         |                      |                   |                             |
| Silagem de milho                     |                          |                         |                      |                   |                             |

|                     |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|
| Farinha de peixe    |  |  |  |  |  |
| Polpa cítrica úmida |  |  |  |  |  |

Fonte: Metodologia baseada em CBAA (2013) e IN MAPA nº 30/2019 (BRASIL, 2019).

#### 11.4 Questões para Discussão

- Por que a ração úmida de cão representa maior risco microbiológico que a ração seca?
- O que é Salmonella e por que sua ausência é exigida em rações para animais de companhia?
- Como a contagem de fungos e leveduras se relaciona com a presença de micotoxinas?
- Quais as limitações dos testes rápidos em comparação com os métodos oficiais de análise microbiológica?

## 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

As dez práticas laboratoriais descritas neste manual representam um percurso formativo completo para o médico-veterinário e o gestor do agronegócio que atuarão no campo da nutrição animal, do controle de qualidade de ingredientes e rações e da gestão da cadeia produtiva de alimentos para animais. A articulação entre rigor metodológico, fundamentação teórica consolidada e aplicação prática no contexto do laboratório de química é o principal diferencial desta abordagem.

A compreensão profunda da Análise de Weende — Umidade, Cinzas, Proteína Bruta, Extrato Etéreo, Fibra Bruta e Extrativo Não Nitrogenado — continua sendo a base do trabalho analítico em nutrição animal. Embora novos métodos (Van Soest, análise de aminoácidos, digestibilidade *in vitro*) complementem e aprimorem essa base, a análise centesimal clássica permanece como o padrão mínimo exigido pelo CBAA e pelo MAPA para avaliação de ingredientes e formulação de rações no Brasil.

Os parâmetros complementares abordados neste manual — pH, índice de acidez, avaliação sensorial e contagem microbiana — ampliam significativamente a capacidade diagnóstica do profissional, permitindo identificar deteriorações, fraudes e riscos à saúde animal que não seriam detectados apenas pela análise centesimal. Em especial, a avaliação sensorial simples, embora frequentemente subestimada, é uma ferramenta de triagem de valor inestimável em situações de campo, onde nem sempre há acesso imediato a equipamentos laboratoriais.

Para os gestores do agronegócio, o domínio das metodologias de análise de alimentos representa um diferencial competitivo relevante: a capacidade de negociar ingredientes com base em laudos analíticos, de fiscalizar a qualidade dos insumos recebidos, de detectar adulterações e de controlar o custo-eficiência das formulações são competências que geram impacto direto nos resultados econômicos da produção animal. A formação analítica sólida, portanto, é também uma competência de gestão.

Por fim, este manual reforça a necessidade de que o profissional da área de ciências agrárias e veterinárias esteja atualizado com a legislação vigente — IN MAPA nº 30/2019, Decreto nº 6.296/2007, CBAA e normas complementares —

e com as referências técnicas internacionais (AOAC, NRC, INRA). O setor de nutrição e alimentação animal no Brasil é um dos mais dinâmicos do agronegócio mundial, exigindo profissionais com formação técnica sólida, visão sistêmica e compromisso com a saúde animal, a segurança alimentar e a sustentabilidade da produção.

## 13. REFERÊNCIAS

---

AOAC INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis of AOAC International. 21. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2019.

BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Decreto nº 6.296, de 11 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 6.198/74, que trata da inspeção e fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 dez. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 30, de 5 de agosto de 2019. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos produtos destinados à alimentação de cães e gatos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal – CBAA. 4. ed. São Paulo: Sindirações/ANFAR/CBNA, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Padrões microbiológicos para alimentos destinados ao consumo humano e animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019b.

McDONALD, P. et al. Animal Nutrition. 7. ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7. ed. (rev. updated). Washington: National Academies Press, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. Washington: National Academies Press, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Swine. 11. ed. Washington: National Academies Press, 2012.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 27-73.

ROSTAGNO, H. S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2017.

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

SILVA JUNIOR, E. A. Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação. 7. ed. São Paulo: Varela, 2014.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.