

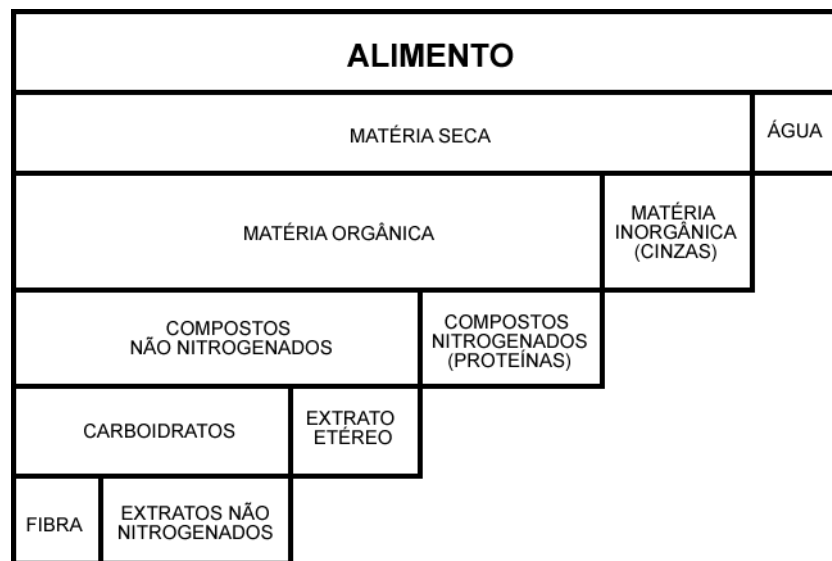
**MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS ALIMENTOS**

**4.1 Análises Químicas**

**A. Sistema de Weende**

O método normalmente utilizado para análise é chamado de Weende e foi proposto por Henneberg, em 1864, na Estação Experimental de Weende, na Alemanha. Por esse método é que se tem a análise aproximativa dos alimentos desde 1864. As técnicas ainda são quase as mesmas, com exceção do nitrogênio, que é determinado pelo método Kjeldahl (A.O.A.C. 1970). Segundo Henneberg, o alimento é composto conforme o esquema do Quadro 4.4 a seguir:

**QUADRO 4.4** Sistema de Weende proposto por Henneberg, em 1864.



Com base nesse esquema, a Estação Experimental de Weende propôs a análise aproximada do alimento, também conhecida como composição centesimal. As análises clássicas comumente feitas visam obter informações sobre os seguintes componentes dos alimentos:

- umidade ou matéria seca;
- cinza ou matéria mineral;
- proteína bruta;
- gordura ou extrato etéreo;
- extrato não nitrogenado;
- fibra bruta.

Tais componentes, na realidade, não são compostos quimicamente definidos, mas sim grupos de compostos químicos, como, por exemplo, o da proteína bruta que inclui vários compostos químicos sendo os mais comuns os aminoácidos. Da mesma forma, o termo extrato etéreo inclui não apenas triglicerídeos, mas também outros compostos solúveis em éter.

O método de Weende não parece satisfatório para que se obtenham informações sobre os carboidratos, pois inclui no grupo da fibra bruta a celulose e apenas a lignina insolúvel em álcali. Por outro lado, no grupo dos extratos não nitrogenados encontram-se frações de naturezas diversas, como amido, hemicelulose, pectina, lignina solúvel em álcali e os carboidratos solúveis em água.

Essa divisão parece insatisfatória do ponto de vista nutricional, pois é conhecido que hemicelulose, pectina e lignina solúvel em álcali não apresentam as mesmas características nutricionais dos outros componentes reunidos sob o termo “extratos não nitrogenados”. Uma separação química dos polissacarídeos somente será

útil se descermos aos pormenores do peso molecular, posição das ligações glicosídeas, etc. Portanto, uma análise extremamente sofisticada seria necessária para separar os vários componentes do alimento, sob os aspectos químicos e nutricionais.

### **B. Van Soest**

Para resolver o problema da fibra bruta descrito no tópico anterior, tem sido proposto ultimamente o método de Van Soest (1967), o qual divide os componentes da amostra analisada em conteúdo celular, que compreende as frações solúveis em detergente neutro, conforme preconiza o método. Este método abrange uma série de compostos químicos e nutricionalmente definidos, tais como lipídeos, compostos nitrogenados, amido, pectina e outros compostos solúveis em água. A segunda parte, que compreende a parede celular, chamada de fibra em detergente neutro (F.D.N), inclui a proteína insolúvel, a hemicelulose e a lignocelulose, que engloba, principalmente, as frações de lignina e celulose. Sob o aspecto nutricional, o método Van Soest separa melhor os diversos componentes da fração fibrosa. Parece, portanto, desejável a substituição da tradicional fibra bruta pela fibra em detergente ácido (F.D.A.), do ponto de vista nutricional. Porém, é oportuno lembrar que, na determinação dos nutrientes digestíveis totais (NDT) usa-se a tradicional fibra bruta.

Na realidade, os métodos de Weende e de Van Soest nos fornecem informações suficientes sobre a composição química de determinado alimento. Informações adicionais freqüentemente tornam-se necessárias, como as que serão discutidas adiante.

### **C. Nutrientes Digestíveis Totais**

O sistema proposto por Weende não leva em consideração os demais componentes dos alimentos, conforme foi visto no tópico anterior. Sendo apenas químico, leva em consideração o animal e sua capacidade de transformar alimentos. Tentando suprir esta falha, Henry & Morrison desenvolveram, em 1910, o sistema NDT, que é calculado como segue:

$$\% \text{ NDT} = \% \text{ PROTEÍNA DIGESTÍVEL} + \% \text{ EXTRATO ETÉREO} \\
+ \% \text{ DIGESTÍVEL} \times 2.25 + \% \text{ FIBRA DIGESTÍVEL} + \% \\
\text{EXTRATO NÃO NITROGENADO DIGESTÍVEL}$$

A determinação do NDT, na prática, é morosa e cara. Atualmente, calcula-se o NDT a partir da energia digestível, tomando-se por base que 1 kg de NDT produz cerca de 4.400 Kcal de energia digestível. Maiores detalhes serão discutidos no tópico referente à energia.

### **D. Determinação de minerais**

A análise de minerais, tanto os macros como os micros, atualmente é realizada com grande precisão pela técnica de absorção atômica. Os macrominerais são expressos em % dos ingredientes e os microminerais na base de mg/kg de alimento ou ppm. As análises mais comuns são para determinação de cálcio e fósforo.

### **E. Determinação de vitaminas**

A análise de vitaminas, que antigamente era feita por métodos microbiológicos, hoje está sendo efetuada por espectrofotometria e por cromatografia. As vitaminas A, D e E são expressas em unidades internacionais (UI). As demais em miligrama.

### **F. Determinação de aminoácidos**

Os aminoácidos, que antigamente foram determinados por método microbiológico, hoje são analisados quantitativamente por cromatografia. Na análise de aminoácidos é necessário, inicialmente, hidrolisar as proteínas, o que é feito com ácido clorídrico 6 N. Com hidrólise ácida, muitos aminoácidos poderão ser

destruídos e, para contornar esse fato, usa-se a hidrólise ácida para certos aminoácidos e a hidrólise alcalina para outros.

Posteriormente, o hidrolisado pode ser analisado por cromatografia gasosa ou separado por cromatografia em coluna e analisado por calorimetria, usando ninidrina como reagente. O analisador de aminoácidos os separa e analisa.

### G. Outras análises e testes

Com o passar dos anos, a ciência da nutrição evoluiu muito e houve necessidade de desenvolver outros tipos de análises para avaliar melhor o valor nutritivo dos alimentos. Além disso, existe a necessidade de que sejam feitos testes de controle de qualidade dos ingredientes a utilizar. Assim, temos:

- **Teste de Eber:** tem como objetivo identificar a presença de decomposição em produtos de origem animal, como farinha de carne, farinha de peixe, farinha de ossos, etc.;
- **Reação de Kreis:** mede a rancidez hidrolítica das gorduras, e avalia a presença de ácidos graxos livres nos alimentos;
- **Testes de peróxidos:** seu objetivo é verificar a presença de peroxidases, por meio da formação de peróxidos. A presença de peróxidos é indicativa da existência de rancidez oxidativa, que rompe os ácidos graxos nos pontos de dupla ligação;
- **Índice de urease:** a urease é uma enzima que desdobra a uréia em  $\text{CO}_2$  +  $\text{AMÔNIA}$  e encontra-se presente em todas as sementes de leguminosas. Por ser enzima termolábil, a avaliação de suas atividades em produtos como o farelo de soja dá uma indicação do seu grau de tostamento. A alta urease indica um tostamento adequado e, conseqüentemente, a sojina presente na soja também terá uma atividade baixa;
- **Teste de Gossipol:** é usado para medir o teor de gossipol no farelo de algodão ou na semente. É considerado baixo o índice menor que 0,04%.

Além desses, ainda podem ser mencionados:

- **determinação do nitrogênio não protéico;**
- **determinação da digestibilidade *in vitro*;**
- **determinação da presença de pesticidas;**
- **determinação do conteúdo de NaCl;**
- **determinação do teor de caroteno;**
- **determinação do teor de xantofillas;**
- **determinação de micotoxinas;**
- **determinação do pH.**

### 4.2 Análises Físicas

Existe uma grande quantidade de testes que ainda poderao ser feitos para o controle de qualidade dos alimentos e da própria ração balanceada. Entre eles estão:

- A. **Testes microscópicos:** por meio deles determina-se o formato das células e dos grãos de amido dos ingredientes. Em função destes parâmetros é possível detectarem-se falsificações;
- B. **Determinação do valor energético bruto:** a energia bruta de um alimento pode ser avaliada pelo calor produzido durante sua combustão em uma bomba calorimétrica. A determinação da energia bruta é bastante usada em pesquisas para avaliar os valores de energia metabolizável do alimento;
- C. **Granulometria:** a determinação da granulometria de moagem dos alimentos, principalmente das sementes de milho e soja, é bastante importante na fabricação de rações balanceadas. Sabe-se que a digestibilidade da ração é bastante influenciada pelo tamanho das partículas dos alimentos que a constituem;

- D. **Secagem:** o grau de secagem dos grãos é importante para o seu armazenamento, evitando-se o desenvolvimento de fungos e perda do material. Além disso, o teor de matéria seca dos ingredientes da ração influencia no total dos nutrientes e da energia da ração;
- E. **Torração:** a avaliação do grau de cozimento, tostagem ou torração é bastante importante para avaliar a qualidade do alimento. O excesso de torração pode desnaturar as proteínas do alimento, tornando-o de baixa qualidade. Muitas vezes é observado excesso de torração no farelo de soja;
- F. **Excesso de escamas, ossos, chifres, pêlos, sangue, cartilagens, materiais estranhos, etc.:** esses tipos de determinações são bastante usados para avaliar produtos e subprodutos de origem animal. As farinhas de pescado não devem conter excessos de escamas, cartilagens, ossos e sangue. Estes materiais, apesar de conterem níveis elevados de proteínas, cálcio e fósforo, possuem baixa qualidade e aproveitamento pelos animais. É comum observar a adição fraudulenta de ossos, sangue, chifres, pêlos, cascas e conteúdo do aparelho digestivo nas farinhas de carne. Esses resíduos possuem elevados teores de proteínas, mas de qualidade e aproveitamento muito baixos;
- G. **Densidade, cor e odor:** a determinação dessas características é também bastante importante para avaliar a qualidade da matéria-prima de uma ração. São usadas constantemente para ajudar no diagnóstico de fraudes.

### 2.3 Análises Bacteriológicas

São usadas para verificar o grau de contaminação com microrganismos e a presença de toxinas. A aspergilose é bastante comum nos concentrados de origem vegetal, principalmente no farelo de amendoim e precisa ser avaliada antes do uso destes alimentos.

As farinhas de origem animal são freqüentemente contaminadas com microrganismos que diminuem o desempenho dos animais, provocando diarreias e, em casos mais graves, a morte. As determinações mais comuns são:

- A. contagem e tipificação de microrganismos;
- B. aspergilos;
- C. salmonelas;
- D. coliformes;
- E. fungos, etc.

### 2.4 Testes Biológicos

Vários testes podem ser realizados, entre eles a determinação do valor biológico das proteínas e o valor energético dos alimentos.

As forragens constituem, freqüentemente, a principal fonte de nutrientes para os bovinos e, às vezes, são o único alimento oferecido, sob a forma de pasto, verde picado, silagens ou feno. De todos os nutrientes necessários às exigências dos bovinos, a energia constitui a principal contribuição das forragens. Por isso, torna-se importante conhecer a digestibilidade de cada uma das forragens que compõem a alimentação destes animais.

Resumindo, podem-se citar os seguintes testes biológicos:

- A. valor biológico de proteínas;
- B. digestibilidade *in vivo*, *in situ*;
- C. valor energético dos alimentos;
- D. biodisponibilidade de nutrientes;
- E. avaliação do valor nutricional de alimentos por meio do desempenho dos animais;
- F. avaliação dos efeitos dos fatores anti-nutricionais presentes em alimento, etc.