

# MANUAL DE PRODUÇÃO E SANIDADE AVÍCOLA

COORDENAÇÃO  
Hélder Quintas | Ramiro Valentim



# 5.

# NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO

**MARIANA DRUMOND<sup>1</sup>, RAMIRO VALENTIM<sup>2</sup>, HÉLDER QUINTAS<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup> Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal



Na avicultura, entre 50-75% dos custos de produção estão associados à alimentação das aves. Ainda que as necessidades nutricionais das galinhas sejam mais conhecidas do que as humanas, elas variam consideravelmente em função da genética (raça, estirpe, linha), de fatores individuais (sexo, idade, estado de saúde, aptidão produtiva, fase da produção), das condições ambientais (condições de alojamento, fotoperíodo, temperatura e teor de humidade do ar, dinâmica atmosférica) e do manejo. Por outro lado, a qualidade do alimento concentrado comercial varia entre lotes e depende das inter-relações entre nutrientes.

O alimento ingerido deve satisfazer, primeiramente, as necessidades de manutenção, nomeadamente, de termorregulação, de movimentos corporais necessários à sobrevivência e prover a energia necessária à produção de secreções corporais e à reparação de tecidos. Depois, o alimento deve satisfazer as necessidades de crescimento e de reprodução. O crescimento envolve o desenvolvimento dos tecidos ósseo e muscular, a pele, os nervos, os órgãos e as penas. Finalmente, os nutrientes adicionais são armazenados nas aves sob a forma de gordura.

As aves são mais sensíveis à satisfação das suas necessidades nutricionais do que os mamíferos, uma vez que o seu metabolismo (corporal e digestivo) e as taxas respiratória e circulatória são mais rápidos e a sua temperatura corporal é mais elevada (41-42°C). Neste sentido, as aves crescem mais depressa e amadurecem a idades mais precoces. Este crescimento acelerado torna as aves mais suscetíveis a deficiências nutricionais.

## 1. COMPORTAMENTO INGESTIVO

As galinhas são animais omnívoros, adaptados a viver sobre o solo, onde encontram os seus alimentos naturais – vermes, insetos, sementes e matéria vegetal. As patas, com quatro dedos, estão adaptadas para esgravatar o solo. Ingerem alimentos durante o dia, mas não durante a noite, caso não tenha o fornecimento de luz artificial. No seu meio natural, as galinhas percorrem distâncias consideráveis em busca de alimento e passam muito tempo (50-90%) a procurá-lo e a bicá-lo. Consequentemente, elas apresentam comportamentos exploratório, de revolver e de bicar muito desenvolvidos, mesmo quando o alimento é distribuído pelo avicultor.

As galinhas são animais monogástricos, com um trato gastrointestinal relativamente curto, pelo que o trânsito do alimento é relativamente reduzido (3-4 horas). Nas aves, a ingestão voluntária de alimentos é regulada por áreas específicas do hipotálamo e é despoletada pela ausência de alimentos nalgumas secções do trato digestivo. Elas começam por encher o papo e a moela, esperam que parte dele abandone estes órgãos e voltam a ingerir novos alimentos. Este procedimento, se houver alimento disponível, repetir-se-á consecutivamente ao longo do dia, embora existam picos de consumo ao amanhecer e antes de escurecer, pois são os horários mais frescos do dia e que favorecem o consumo

em caso de stress térmico por calor. O espaço disponibilizado de comedouro por ave é muito importante, já que as aves devem estar confortáveis e ser capazes de ingerir a quantidade de alimento que satisfaça as suas necessidades de manutenção, de crescimento e/ou de produção e reprodução. Em comedouros lineares tipo calha, recomenda-se um espaço mínimo de 15 cm por ave a partir de 15 semanas de idade para não ocorrer competição por espaço para alimentação. Para comedouros tipo prato automático, recomenda-se o mínimo de 11 cm por ave. Para comedouros tipo tubular (48 cm de diâmetro do prato, capacidade de armazenamento de 20 kg de ração), com fornecimento manual de alimento, recomenda-se no máximo 50 aves/comedouro.

As aves têm o hábito de se alimentarem puxando o alimento em direção ao seu corpo. Os comedouros comerciais têm uma pequena dobra na borda superior, que impede o alimento de cair para o chão, ou seja, prevenindo o desperdício de alimento e, consequentemente, a redução dos lucros. Nos comedouros tipo calha ou prato, o nível de alimento colocado no seu interior não deve ser muito elevado, de modo a evitar o desperdício. Nas primeiras horas pós-eclosão, os pintos alimentam-se dos restos do vitelo, caso não seja fornecido outro alimento, podendo este servir de alimento para o pinto até 72 horas pós-eclosão. Se for fornecido alimento logo após o nascimento, o vitelo é absorvido rapidamente pelo pinto. A distribuição de alimento, o mais breve possível após o nascimento, é benéfica para o futuro desempenho produtivo da ave.

Nos primeiros dias de vida, a capacidade de digestão e de absorção de nutrientes é limitada. Ela irá aumentar com a idade. Nesta altura, os pintos manifestam uma reduzida capacidade de seleccionar os alimentos, uma vez que possuem um olfato e um paladar pouco desenvolvidos. Para o efeito utilizam fundamentalmente a visão. A selecção dos alimentos é feita com base no seu tamanho, na sua cor e na sua forma. As galinhas preferem alimentos de diâmetro superior a 0,8 mm.

São vários os factores que afectam a ingestão voluntária de alimentos. Os mais importantes são a raça, a estirpe ou linha, a aptidão, a idade, o sexo, o peso corporal, o apetite, a disponibilidade de água, as condições de distribuição dos alimentos, as reservas corporais de gordura, a cobertura de penas, o grau de actividade física, as condições ambientais (luminosidade, temperatura e teor de humidade do ar e circulação de ar), o alojamento, as relações sociais (nomeadamente de dominância), a composição do alimento em energia e em proteína, a qualidade dos ingredientes constituintes do alimento, a palatabilidade do alimento, o consumo de água e o stress. As dietas ricas em energia tendem a aumentar a ingestão de alimentos. Por seu turno, as dietas pobres em proteína tendem a elevar a ingestão de alimentos.

Nas aviculturas industriais, a distribuição de alimento é feita ad libitum e assenta em alimentos concentrados altamente digestíveis e nutritivos. A ingestão deste tipo de alimento e de água estão correlacionados – o consumo diário de água é 1,8-2,3 vezes superior ao de alimento concentrado.

## 2. SISTEMA DIGESTIVO DAS AVES

O tubo digestivo, ducto alimentar ou trato gastrointestinal, liga o bico ao ânus (Figura 5.1). É constituído por camadas de músculos (para deslocar os alimentos) e de mucosas (terminações nervosas e glândulas secretoras de muco e de ácido clorídrico). É responsável pelo transformar dos alimentos em substâncias simples e facilmente utilizáveis pelo organismo. Os alimentos não digeridos são eliminados através da cloaca.

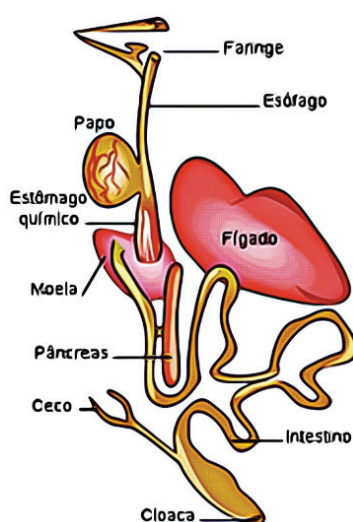


FIGURA 5.1 – Representação esquemática do aparelho digestivo das aves

### 2.1. CAVIDADE ORAL

Nas aves, a boca cumpre duas funções importantes: apanhar os alimentos e conduzi-los para o esófago. O bico são as mandíbulas modificadas dos seus antepassados dinossauros. A sua cobertura é óssea e está revestida por uma superfície córnea. As aves são adontas, ou seja, não têm dentes. O alimento é retido na boca por um curto período de tempo.

O palato duro que forma o céu da boca apresenta uma fenda longa e estreita que comunica com a cavidade nasal (Figura 5.2). Possui cinco filas de papilas cónicas, duras, voltadas para trás. As aves produzem saliva, pelo que possuem numerosos ductos salivares no palato duro. As glândulas salivares podem ser encontradas em vários tecidos: mandíbula, céu da boca, abertura da cavidade nasal no céu da boca, faringe e glote. A saliva é ligeiramente alcalina e contém a enzima amílase (ou ptialina), capaz de hidrolisar o amido, convertendo-o em açúcar. Contudo, porque o alimento permanece pouco tempo na boca, antes de ser deglutido, a sua hidrólise nesta parte do trato digestivo é muito reduzida.

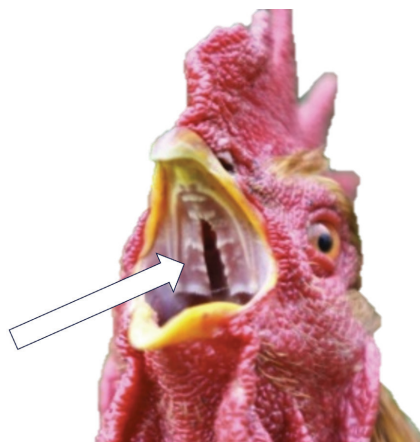


FIGURA 5.2 – Palato da boca de um galo.

De um modo geral, a língua das aves é pontiaguda e menos móvel do que a dos mamíferos. A língua das aves consegue identificar os 4 tipos de gostos que os seres humanos distinguem – doce, salgado, ácido e amargo.

O sabor resulta da junção do olfacto e do gosto. Nas aves, ao que tudo indica, o sentido do olfacto encontra-se pouco desenvolvido. Por outro lado, a língua das aves encontra-se recoberta por uma superfície córnea e carece de um elevado número de papilas gustativas. Na realidade, apenas 5% das papilas gustativas ( $n = 24$ ) estão presentes na língua (superfície posterior). Cerca de 70% das papilas gustativas localizam-se no palato e 25% na mandíbula inferior e parte inferior da faringe.

A maioria das aves carece da capacidade de sucção e bebe levantando repetidamente a cabeça. Depois de encher a boca, a água flui por gravidade. A faringe é a continuação da boca. Com ela formam a orofaringe. A correta regulação dos bebedouros automáticos tipo pendular ou nipple facilita a ingestão de água e evita o molhar a cama, com o consequente aumento do teor de uma humidade e a produção de gases nocivos ao desenvolvimento das aves (amónio, sulfídrico, entre outros).

Os alimentos começam por ser misturados com saliva e muco produzido na boca e esófago, que os humedecem. A enzima amílase, presente na saliva e no muco, começam a digerir os hidratos de carbono complexos. Contudo, esta ação enzimática é muito limitada.

## 2.2. ESÓFAGO

Situa-se ao longo da porção ventral do pescoço, atrás da traqueia. É um órgão longo, dilatável, ideal para guardar temporariamente alimentos não triturados. A sua ação é puramente mecânica. Ele liga a boca ao papo.

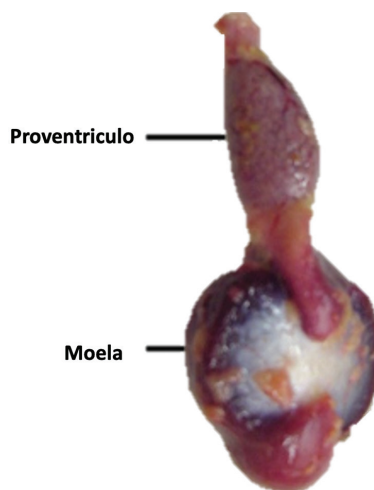
O trânsito do bolo alimentar é facilitado pelas secreções das glândulas salivares e esofágicas e é promovido pelos movimentos peristálticos – contração (alongamento e estiramento das fibras longitudinais e movimento de fora para dentro das fibras circulares) e relaxamento – desencadeados pelo mesmo. O primeiro movimento muscular importante ocorre quando da ingestão dos alimentos (líquidos ou sólidos). Ainda que a ingestão faça parte de um ato voluntário, mal começa torna-se involuntária e passa a ser controlada pelos nervos. Do esófago nasce uma cavidade muito distensível denominada de papo.

### 2.3. PAPO

O papo é uma dilatação do esófago, que se apresenta como uma bolsa membranosa, cuja morfologia varia muito em função da espécie (Figura 5.3). As suas principais funções são: armazenar, humedecer e amolecer os alimentos. Aqui, a amilase produzida na boca continua a hidrolisar o amido. Nas aves granívoras, o papo está particularmente bem desenvolvido. O papo não segrega enzimas. O tempo de permanência do alimento nesta secção do trato digestivo é variável ( $\approx$  2 horas), embora permita às aves ingeri-lo espaçadamente, dependendo da quantidade ingerida, do tamanho das suas partículas e da quantidade de alimento presente na moela. Ainda assim, a digestão é um processo contínuo.

### 2.4. PROVENTRÍCULO/ESTÔMAGO QUÍMICO

Também designado por proventrículo, estômago químico ou glandular. É relativamente pequeno e bulboso. A espessura deste órgão está associada à presença de numerosas glândulas que produzem os sucos digestivos ou gástricos (ácido clorídrico – HCl – e pepsinogénio). Estes são responsáveis pela digestão dos alimentos, particularmente dos proteicos, ou seja, pela sua partição em nutrientes. O pepsinogénio, em pH ácido (gerado pela presença do ácido clorídrico) converte-se em pepsina, forma activa da enzima que digere as proteínas, enquanto o HCl, baixando o pH do bolo alimentar, facilita a digestão deste tipo de nutrientes. Esta hormona é responsável pelo controlo da produção e libertação dos sucos gástricos.



**FIGURA 5.3** – Proventrículo (estômago químico) e moela (estômago mecânico).

O proventrículo é pequeno, pelo que acumula uma reduzida quantidade de alimento. Consequentemente, este passa rapidamente para a moela, sem sofrer uma grande digestão.

## 2.5. VENTRÍCULO/MOELA

A moela é também conhecida por ventrículo ou estômago muscular. É desproporcionalmente grande, tem uma forma arredondada e os lados planos. A sua superfície externa está coberta por tecido tendinoso, mais espesso no centro do que nas extremidades. Por baixo existe uma grande massa de tecido muscular vermelho. A sua superfície interna é formada por tecido córneo (produzido localmente), particularmente resistente a possíveis lesões. O músculo, com a ajuda de pedras (ou outros materiais duros) ingeridas pelas aves, desintegram os alimentos duros. Este processo facilita a acção das enzimas digestivas segregadas no proventrículo. Continua assim o processo digestivo. As aves granívoras têm uma moela particularmente bem desenvolvida.

## 2.6. FÍGADO

Nas aves, o fígado é uma glândula anexa ao intestino delgado (Figura 5.4). É a maior víscera do organismo e desempenha várias funções:

**Produz bÍlis:** cuja composição inclui vários pigmentos e sais biliares. Não contém enzimas. Emulsiona os lípidos e participa noutros processos digestivos. Estes, depois de dissolvidas, são digeridos pelas enzimas pancreáticas e intestinais. A bÍlis promove ainda a absorção de nutrientes;

**Metaboliza:** hidratos de carbono, lípidos e proteínas;

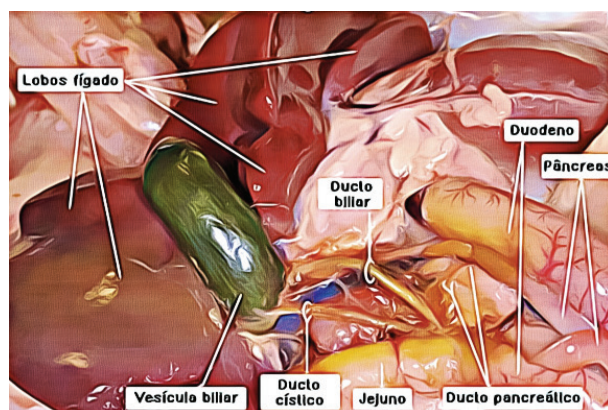
**Produz e destrói:** células sanguíneas;

**Sintetiza:** proteínas plasmáticas e fibrinogénio;

**Armazena:** glicogénio, gordura e vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K);

**Desintoxicação:** de algumas substâncias tóxicas.

As células hepáticas têm uma elevada taxa de destruição e uma boa capacidade regenerativa, pelo que este órgão pode ser parcialmente destruído ou removido sem que o animal morra.



**FIGURA 5.4** - Posição anatômica do fígado e vesícula biliar relativamente ao pâncreas, ao duodeno e ao jejuno.

## 2.7. PÂNCREAS

O pâncreas é a outra glândula anexa ao intestino delgado (Figura 5.5). O pâncreas das aves tem uma estrutura semelhante à dos mamíferos. As suas principais funções são:

**Produzir sucos pancreáticos:** que são uma mistura de água, enzimas digestivas (amílase, lipase, tripsinogénio, quimiotripsinogénio, pró-carboxipeptidase, fosfolipase A e B) e grandes quantidades de iões de bicarbonatos. Os sucos pancreáticos intervêm e facilitam a digestão de hidratos de carbono, de proteínas e de lípidos. A amílase pancreática fragmenta o amido em moléculas de maltose, a lipase pancreática hidrolisa as moléculas de um tipo de gordura – os triacilgliceridos –, originando glicerol e ácidos gordos e as nucleases, actuam sobre os ácidos nucleicos, separando os seus nucleótidos. Os iões de bicarbonato aumentam o pH do conteúdo intestinal (alcalino), o que faz com que as enzimas do suco pancreático actuem sobre o bolo alimentar;

**Produção de hormonas:** insulina e glucagon, envolvidas no metabolismo dos hidratos de carbono e na regulação dos níveis circulantes de açúcares.

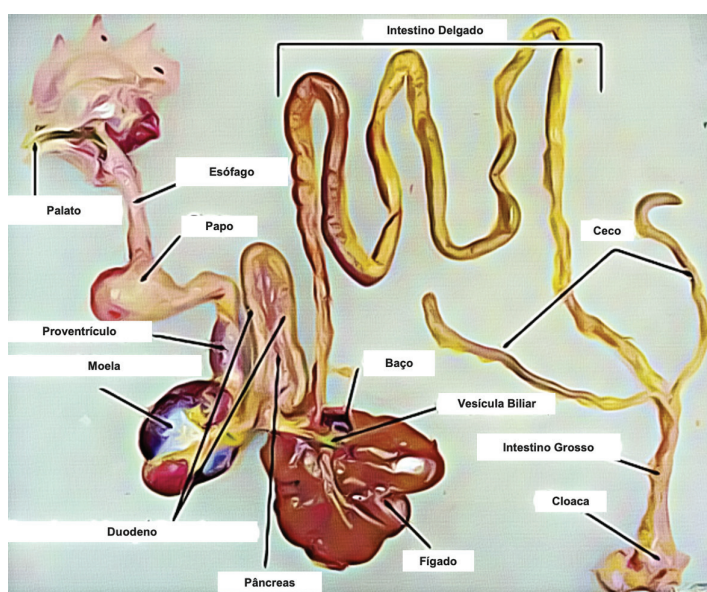


FIGURA 5.5 – Aparelho digestivo das aves.

## 2.8. INTESTINO DELGADO

O intestino delgado estende-se da moela até ao início do ceco. É comprido e tem um diâmetro quase uniforme. Divide-se em:

**Duodeno:** sai da moela a partir da sua porção superior direita. Tem ansas em forma de “U”. Entre as duas ansas localiza-se o pâncreas, o fígado e a vesícula biliar. Como a reacção do duodeno é relativamente ácida, o suco gástrico exerce aqui uma importante parte da sua acção;

**Jejuno:** começa nas ansas do duodeno. Aqui dá-se a absorção da maioria dos nutrientes resultantes do processo da digestão;

**Íleo:** encontra-se no centro da cavidade abdominal. É o local onde ocorre a absorção final dos nutrientes. Desemboca no intestino grosso.

No intestino delgado continua o processo digestivo. As células da mucosa do intestino delgado possuem hidratos de carbono específicos e enzimas que hidrolisam os péptidos. Na verdade, aqui completa-se a maioria dos processos digestivos.

## 2.9. INTESTINO GROSSO

O intestino grosso é curto e tem um diâmetro semelhante ao intestino delgado. Divide-se em três porções:

**Ceco:** as aves domesticadas possuem dois cecos. São dois tubos anexos ao intestino grosso e que a ele pertencem. Neles ocorre, de um modo muito limitado, a fermentação e a digestão da celulose e a absorção dos respectivos hidratos de carbono;

**Cólon:** realiza a última absorção de água e de proteínas presentes nas fezes;

**Recto:** local de armazenamento das fezes antes da sua expulsão.

Alguns dos processos digestivos podem continuar no intestino grosso, embora nesta secção do tracto digestivo não sejam segregadas enzimas. Neste sentido, eles são apenas uma continuação dos processos iniciados no intestino delgado. A água entra e sai do intestino, embora o movimento de saída predomine, levando o conteúdo intestinal a adquirir um estado mais sólido.

Nas aves jovens, a bolsa de Fabricius (onde se formam os linfócitos B produtores de anticorpos) situa-se imediatamente acima da cloaca. Nas aves adultas (com mais de um ano), esta estrutura desaparece.

## 2.10. CLOACA

A cloaca é uma cavidade tubular, comum aos sistemas digestivo e urogenital. Aqui, os excrementos (fezes e urina) são misturados antes de serem expulsos para o exterior. O aspecto dos excrementos varia consideravelmente. Normalmente são redondos, de cor castanha a cinza, encimados com uma cobertura branca de ácido úrico.

### 3. NUTRIENTES

São grupos de constituintes alimentares de composição química específica que participam no metabolismo celular, sendo responsáveis pela manutenção da vida animal. Do ponto de vista nutricional são conhecidos seis grupos de nutrientes: água, hidratos de carbono (solúveis e insolúveis), lípidos, proteínas, vitaminas, minerais e alguns factores de crescimento não identificados.

#### 3.1. ÁGUA

A água é um nutriente primordial, provavelmente, o mais importante e em muitos locais o mais barato de todos, particularmente, se se tiver em conta a sua importância. É um constituinte essencial de todas as células e tecidos do organismo. Nas aves, dependendo da idade e do sexo, a água representa entre 55-75% do peso corporal da galinha e de 65-66% do ovo.

No organismo, as principais funções da água são: regular a eficiência digestiva, catalisar os processos metabólicos, regular a temperatura corporal, transporta substâncias dissolvidas, dar forma ao corpo dos animais, entre outras.

A ingestão de água depende de factores como a ingestão voluntária de alimentos, a natureza dos alimentos, a temperatura e o teor de humidade relativa do ar, a dinâmica atmosférica e a actividade das aves. Estas devem dispor sempre de água fresca, limpa e não contaminada. Os bebedouros devem ser de fácil acesso (número e localização) e estar uniformemente espalhados pelas instalações. A temperatura da água é outro factor importante. Esta deve estar fresca, nem fria nem quente (temperatura ideal por volta de 17°C). A qualidade da água depende do seu teor em sais minerais, pesticidas e microrganismos. Ela, para além de afectar a saúde das aves, afecta a sua palatabilidade e, consequentemente, a sua ingestão voluntária. Por seu turno, a ingestão de água condiciona a ingestão voluntária de alimentos e afecta o crescimento, a reprodução e a produtividade das aves. A falta de água determina a redução drástica do consumo de alimentos sólidos. Sob condições de termoneutralidade (ideal para se fazer a criação), as aves consomem normalmente 2,0-2,5 vezes mais água do que alimento sólido. Em caso de *stress* por calor, essa relação aumenta.

#### 3.2. HIDRATOS DE CARBONO

Os hidratos de carbono são compostos orgânicos estruturados a partir de átomos de carbono, hidrogénio e oxigénio. Formam cerca de 3/4 do peso seco da matéria vegetal e formam a componente nutricional maioritária da dieta dos animais. Incluem açúcares, amido, celulose e hemicelulose, sendo classificados em dois grandes grupos: hidratos de carbono solúveis (açúcares e amido) e hidratos de carbono insolúveis (ou estruturais – fibra). Junto com os lípidos, eles constituem a maior fonte de energia dos alimentos. Os hidratos de carbono nutricionalmente importantes são aqueles que são digeríveis pelos sistemas enzimáticos presentes no tracto digestivo. As galinhas aproveitam mal os alimentos fibrosos, devido à sua reduzida capacidade de promover a fermentação e aproveitar os seus produtos finais.

Nos alimentos concentrados para aves, os hidratos de carbono são, normalmente, a fonte de energia primária. O glicogénio é um hidrato de carbono produzido e armazenado em pequenas quantidades no fígado e nos músculos dos animais. Este hidrato de carbono pode ser rapidamente utilizado em situações de stress e de emergência. Podem ainda ser usados na biossíntese de ácidos gordos e de aminoácidos. Por outro lado, eles fazem parte da constituição de algumas moléculas complexas: glicolípidos, glicoproteínas e ácidos nucleicos. Participam ainda na síntese de riboflavina e de ácido ascórbico e na formação da lactose. Os hidratos de carbono e os lípidos garantem o fornecimento de energia necessária ao desenvolvimento de diversas funções: movimento corporal, regulação da temperatura corporal, produção de carne e de ovos. Uma dieta pobre em energia prejudica a taxa de conversão alimentar (consumo de alimento sólido num determinado período de tempo/ganho de peso corporal), atrasa o crescimento e reduz a produção quantitativa e qualitativa de ovos.

### 3.3. LÍPIDOS

Os lípidos são compostos orgânicos presentes nos tecidos vegetais e animais. São insolúveis em água e solúveis em éter, benzeno e clorofórmio e são ricos em átomos de carbono e de hidrogénio (pobres em oxigénio).

De um modo geral, os lípidos são compostos por moléculas de ácidos gordos (saturados ou insaturados, de cadeia curta ou longa) e de glicerol. Relativamente à sua origem, os lípidos podem ser vegetais ou animais. Do ponto de vista nutricional, os lípidos podem ser classificados em: saponificáveis simples (gorduras e ceras) ou compostos (glicolípidos, lipoproteínas e fosfolípidos) e em insaponificáveis (terpenos, esteróides e prostaglandinas). Podem ainda ser classificados como: essenciais e não essenciais. Os ácidos polinsaturados linoleico e araquidónico são considerados essenciais, dado que desempenham funções específicas no organismo que não estão ligadas à produção de energia. Na sua ausência, as galinhas apresentam um crescimento deficiente, fígado gordo e baixas taxas de incubabilidade.

Os lípidos desempenham importantes funções no metabolismo animal, actuando como reserva energética, uma vez que produzem 2,25 e 2,50 vezes mais energia do que os hidratos de carbono e as proteínas. No organismo, os lípidos podem formar-se a partir de hidratos de carbono. Eles conferem protecção e isolamento térmico, participam na síntese e na absorção de vitaminas lipossolúveis, regulam a síntese de hormonas reprodutivas, formam sais biliares, entre outras funções.

O tipo e o estado dos lípidos consumidos afectam o tipo de lípidos presentes na carcaça. Assim, por exemplo, a ingestão de lípidos saturados dará origem a carcaças ricas em lípidos saturados. As aves que ingerem grandes quantidades de óleos de peixes ou de lípidos rancificados podem produzir carcaças com sabor a peixe ou com sabores indesejados.

### 3.4. PROTEÍNAS

São compostos químicos formados por aminoácidos (compostos constituídos por átomos de carbono, de hidrogénio e de oxigénio, para além de átomos de azoto e de enxofre). Porque as proteínas não são constituídas por todos os aminoácidos, as fontes de proteína da dieta devem ser devidamente balanceadas. Nas dietas, mais do que a quantidade total de proteína, importa assegurar a quantidade necessária de aminoácidos essenciais.

A qualidade (ou a utilidade) de uma proteína depende do número e da proporção de aminoácidos que a compõem. Embora existam 23 aminoácidos diferentes, as aves utilizam apenas 11. Estes podem ser classificados em essenciais e não essenciais. Os aminoácidos essenciais são todos aqueles que não são sintetizados pelo organismo – lisina, metionina, treonina, valina, triptofano, isoleucina, arginina, fenilalanina, leucina e histidina. Nas aves, há ainda que satisfazer as exigências em glicina, em serina e em prolina, considerados aminoácidos semi-essenciais, dado que são sintetizados pelas aves, mas em quantidades inferiores às necessárias. A glicina e a serina são consideradas em conjunto, uma vez que ambas podem ser usadas na síntese uma da outra. A glicina é um componente fundamental dos sais biliares, constituindo aproximadamente 90% do total de aminoácidos da bile. Nos animais em crescimento, a glicina é ainda necessária à formação do ácido úrico e a prolina à formação das penas. A metionina e a cistina também condicionam a qualidade do empenamento em aves.

As proteínas participam, geralmente, na formação estrutural de órgãos e de tecidos (particularmente do muscular), do sangue, das penas, das unhas e do bico, no transporte de biomoléculas, na regulação metabólica, na composição do material genético (DNA e RNA), entre outras funções. Nas aves, a proteína corresponde a 20% do seu corporal e a 14,3% do peso do ovo.

O excesso de proteínas na dieta pode ter dois efeitos distintos: começam por ser usados na produção de energia (calor) e depois os aminoácidos em excesso serão absorvidos de forma prioritária, prejudicando a absorção dos demais, o que resulta na diminuição da digestibilidade e da qualidade da proteína a ser metabolizada.

Nos frangos, até 30% da proteína bruta (PB) ingerida é excretada. Para que o excesso de proteína (aminoácidos essenciais e não essenciais) possa ser eliminado, esta é primeiramente catabolizada e depois excretada sob a forma de ácido úrico. Partindo do princípio que o custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia proteica é de cerca de 4 mol de ATP e que o custo para excretar um aminoácido varia entre 6 a 18 mol de ATP, variando estes valores em função da quantidade de N do aminoácido, verifica-se que a eliminação dos aminoácidos tem um elevado custo energético.

### 3.5. VITAMINAS

São compostos orgânicos complexos que fazem parte de um grupo de substâncias quimicamente distintas, exigidas em pequenas quantidades na dieta (micronutrientes), são, porém, necessárias à ocorrência das actividades metabólicas. São classificadas em: lipossolúveis (solúveis em gordura), que incluem as vitaminas A, D, E e K e hidrossolúveis (solúveis em água), compreendendo as vitaminas B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (ácido pantoténico), B6 (piridoxina), B12 (cobalamina), niacina (ácido nicotínico e nicotinamida), biotina, folacina (ácido fólico), colina e vitamina C (ácido ascórbico). O excesso de vitaminas lipossolúveis não é facilmente excretado pelas aves, podendo afectar negativamente o seu desenvolvimento. A suplementação da dieta com uma fonte lipídica ajuda a absorver as vitaminas lipossolúveis e melhora o desempenho produtivo.

Nas aves, os alimentos concentrados devem ser suplementados com vitaminas, dado que as matérias-primas não as possuem em quantidade suficiente para satisfazer as suas necessidades. Algumas vitaminas são essenciais à dieta e outras ao metabolismo. As vitaminas essenciais à dieta regulam essencialmente o funcionamento do organismo. As

vitaminas essenciais ao metabolismo afectam o desenvolvimento das estruturas corporais. Na verdade, as vitaminas são indispensáveis à saúde, ao crescimento e à reprodução (incluindo à postura e à incubação). Tornam possível, independentemente das condições climáticas, a produção avícola ao longo de todo o ano.

### 3.6. MINERAIS

São elementos inorgânicos que compõem cerca de 3-4% do peso vivo dos animais. Existem sob a forma de sais minerais e de cinzas. Entre outras funções formam e mantêm o esqueleto, integram as nucleoproteínas, auxiliam no transporte de oxigênio, participam nas reações químicas, activam o sistema enzimático e interrelacionam-se com as vitaminas (por exemplo, a vitamina E). Podem ser classificados como macrominerais ou microminerais. Os macrominerais são necessários em maiores quantidades na dieta – cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre. Os microminerais têm de estar presentes na dieta em pequenas quantidades – iodo, selênio, cobalto, cobre, manganês, molibdênio, zinco e ferro.

Os minerais encontram-se em todos os órgãos e tecidos do organismo, intervindo em múltiplas funções fisiológicas. O cálcio e o fósforo são fundamentais à formação dos ossos. O cálcio é ainda essencial à formação do ovo. O ferro é um elemento indispensável da hemoglobina do sangue. O magnésio é crucial à reprodução e à formação dos ossos.

#### 3.6.1. CÁLCIO

O cálcio é necessário à formação dos ossos e da casca, à coagulação do sangue e à actividade muscular. Na dieta das galinhas poedeiras, o cálcio pode atingir níveis de 4%, dada a sua relevância na formação da casca do ovo, para lá das suas funções metabólicas.

#### 3.6.2. FÓSFORO

O fósforo é outro importante constituinte do tecido ósseo. Na dieta de frangos de carne, a relação cálcio:fósforo deve ser de 2:1, ou seja, duas partes de cálcio para uma de fósforo. Nas galinhas poedeiras, esta relação chega a 6-8:1. O cálcio, o fósforo e a vitamina D estão intimamente interligados e interagem de tal forma que têm de estar os três presentes nas quantidades adequadas. Os minerais podem ser suplementados na forma inorgânica ou complexada, baseando-se esta última na sua biodisponibilidade. Nas plantas, o fósforo está presente fundamentalmente na forma orgânica – fitina. Nas aves, a utilização da fitina é muito limitada. Todavia, a enzima fitase é muito utilizada na produção de aves, uma vez que nos alimentos de origem vegetal cerca de 2/3 do fósforo está ligado a uma molécula de fitato. Reduz-se assim a necessidade de suplementar a dieta com fósforo de origem mineral e, conseqüentemente, o custo do alimento concentrado comercial e a poluição ambiental (diminuição da excreção de fósforo por parte das aves).

#### 3.6.3. SÓDIO E POTÁSSIO

O sódio e o potássio são essenciais à manutenção do equilíbrio electrolítico do organismo. Eles mantêm o pH dos tecidos próximos do neutro. Nas aves, a deficiência em sódio resulta num crescimento deficiente e em problemas nervosos que promovem o canibalismo e uma subutilização dos nutrientes. Por seu turno, a deficiência em potássio caracteriza-se

por um reduzido crescimento e por um aumento da excreção de azoto através da urina. De um modo geral, o potássio está presente nas plantas em quantidades suficientes. Já o sódio tem de ser suplementado em pequenas quantidades – sal comum (cloreto de sódio).

#### 3.6.4. MAGNÉSIO

O magnésio é um importante constituinte dos tecidos e dos fluidos corporais. No tecido ósseo, ele apresenta-se associado ao fósforo. O magnésio é ainda um importante activador de algumas enzimas. Por vezes, o magnésio interfere com a normal utilização do cálcio e funciona com um laxante. De um modo geral, as plantas possuem quantidades suficientes de magnésio.

#### 3.6.5. ENXOFRE

Nas aves, o enxofre é essencial à ocorrência de várias reacções metabólicas específicas, tais como a síntese de taurina (aminoácido produzido no fígado, essencial ao funcionamento do sistema nervoso central, da imunidade, da visão e da fertilidade). O enxofre é normalmente suplementado sob a forma de sulfato de cálcio ( $\leq 1\%$ ) ou é obtido através da metabolização da cistina e da metionina (mais caro).

### 4. NECESSIDADES NUTRICIONAIS DAS AVES

A dieta das aves deve incluir todos os nutrientes anteriormente mencionados, em quantidade e em qualidade, para se obterem os melhores resultados produtivos. Qualquer falha em termos de energia, de proteína, de vitaminas e de minerais resulta logo numa diminuição do crescimento ou da produção de ovos. No mesmo sentido, a administração excessiva destes nutrientes pode causar lesões nas aves ou, no mínimo, resultar em custos alimentares excessivos.

Na alimentação das galinhas poedeiras tem-se trabalhado no sentido de aumentar a produção de ovos, reduzindo a ingestão de alimentos. Nos climas frios, a criação de galinhas poedeiras em instalações aquecidas reduzem os gastos energéticos com a termorregulação. A temperatura de conforto térmico ideal das aves saudáveis, com mais de 21 dias de idade, varia entre os 20 e os 24°C. O aumento da temperatura do ar reduz a ingestão voluntária de alimentos. A partir dos 30°C, a ingestão voluntária de alimentos diminui drasticamente devido ao stress por calor.

O melhoramento animal tem permitido igualmente reduzir as necessidades nutricionais de manutenção. Estas são superiores nos animais de maior porte. A selecção baseada no aumento da taxa de postura tem determinado uma redução das necessidades de manutenção. A galinha poedeira moderna é leve. Todavia, as galinhas poedeiras de ovos castanhos continuam a ser ligeiramente mais pesadas do que as galinhas poedeiras de ovos brancos, o que justifica uma pior conversão alimentar das primeiras (kg de ração para produzir um kg de ovos) relativamente às segundas, devido a maior exigência nutricional resultante do maior peso corporal.

Os frangos de carne têm sido seleccionados para crescer depressa e aproveitar eficientemente o alimento. Geralmente, estes são alimentados ad libitum para alcançarem rapida-

mente o peso de venda. Para acelerar o crescimento dos frangos, os produtores utilizam programas luminosos (fotoperíodos “crescentes” ou de “dias longos”) que incentivam a ingestão voluntária de alimentos. Contudo, recentemente, tem havido algum interesse em limitar a ingestão voluntária de alimento e o crescimento acelerado das aves, no sentido de minimizar as mortes associadas a síndromes metabólicas (pernas tortas, ascite e morte súbita).

As preocupações nutricionais com as galinhas reprodutoras de aptidão carne prendem-se com o facto de elas tenderem a ficar obesas quando alimentadas ad libitum. Neste sentido, havia que controlar a quantidade de alimento concentrado distribuído, de modo a aumentar a produção de ovos férteis e a sua eclodibilidade. Ao que tudo indica, as variedades modernas destas galinhas já não apresentam este problema.

#### 4.1. ENERGIA

Nas aves, a energia é a principal necessidade nutricional. Ela permite-lhes realizar o seu metabolismo basal (actividade celular, respiração e circulação sanguínea), a actividade voluntária, a digestão, a termorregulação, a formação e a excreção de dejectos e a formação de tecidos e de penas. Depois de satisfazer as necessidades de manutenção, a energia é usada no crescimento, depois na reprodução e finalmente é armazenada sob a forma de gordura corporal. Ela é administrada através de ingredientes como, o milho, a soja, o trigo, o centeio, a cevada e a aveia. Na verdade, de todos os cereais, o milho corresponde, normalmente, a cerca de 70% de todo o alimento consumido pelas aves. Outros cereais podem ser utilizados como fonte energética – as raspas de mandioca, milho painço, sorgo, batata doce, entre outros –, o que permite substituir o milho e reduzir os custos de produção do alimento concentrado comercial. Outra fonte de energia é a gordura. É um ingrediente económico que permite reduzir a textura poeirenta e melhorar a aparência do alimento concentrado comercial. Porém, a sua utilização comporta alguns problemas, nomeadamente, a possível rancificação do mesmo. Este problema pode ser resolvido através da utilização de antioxidantes.

São vários os termos usados para descrever o fluxo de energia nos animais (Figura 5.6):

- Energia bruta (EB): É o valor calórico do alimento ingerido pelas aves. É determinado através da queima do alimento num calorímetro;
- Energia digestível (ED): É a energia do alimento que é absorvida depois da digestão, ou seja, é igual à energia bruta ingerida menos a energia fecal;
- Energia metabolizável (EM): É a energia bruta do alimento menos a energia perdida através das fezes, urina e gases combustíveis;
- Energia líquida (EL): É a energia metabolizável menos a energia perdida sob a forma de calor.

Na formulação dos alimentos concentrados comerciais, a energia é geralmente apresentada como EM. Nestes alimentos existe, normalmente, uma relação estreita entre a quantidade de energia e a quantidade de proteína.

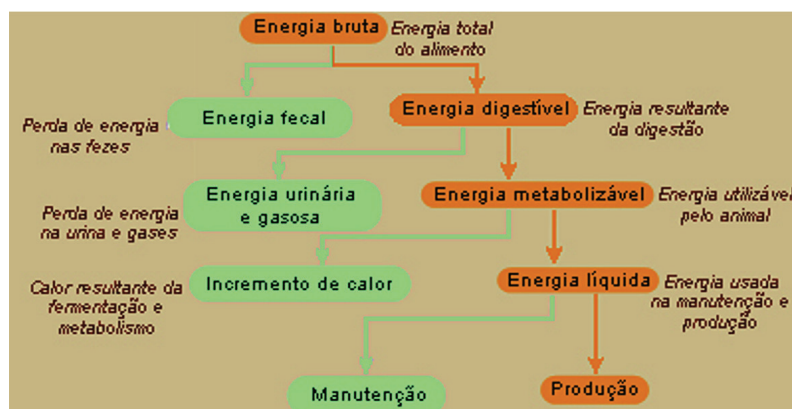


FIGURA 5.6 – Componentes da utilização da energia nos animais.

#### 4.1.1. GALINHAS POEDEIRAS

De acordo com vários autores, as galinhas poedeiras conseguem ajustar a ingestão voluntária de alimentos, de modo a consumirem diariamente a mesma quantidade de energia. Outros autores afirmam que esta capacidade é limitada. Na verdade, as galinhas consomem menos alimentos concentrados ricos em energia do que alimentos concentrados pobres em energia. Nestas galinhas, a temperatura do ar é outro factor que condiciona a ingestão voluntária de alimentos.

Nas galinhas poedeiras, as necessidades em energia variam com a fase do ciclo produtivo. Foram definidas três fases: 1ª fase ou fase inicial (18 até à 36ª semana), 2ª fase ou fase intermédia (até à 52ª semana) e 3ª fase ou fase final (até à 80ª semana). As aves de postura melhoradas começam a pôr ovos por volta da 18ª semana de idade. Na 1ª fase do ciclo de postura aumenta a taxa de postura e o tamanho dos ovos. Na 2ª fase, embora elevada, a produção de ovos entra em declínio e o peso dos ovos aumenta. Na 3ª fase, a taxa de postura diminui, mas o tamanho dos ovos eleva-se ainda um pouco mais. O aumento do peso dos ovos deve-se fundamentalmente ao aumento quantidade de gema formada. As necessidades em EM das galinhas poedeiras variam em função da taxa de postura e do seu peso corporal (que se correlaciona com o tamanho dos ovos) (Quadro 5.1).

QUADRO 5.1 – Necessidades diárias em EM (Kcal) das galinhas poedeiras segundo a taxa de postura e o peso corporal (NRC, 1994)

Peso (kg)	Taxa de postura (%)					
	0	50	60	70	80	90
1,0	130	192	205	217	229	242
1,5	177	239	251	264	276	289
2,0	218	280	292	305	317	330
2,5	259	321	333	346	358	371
3,0	296	358	370	383	395	408

Nos primeiros 14 dias da postura, o aumento dos teores de ácido linoleico de 0,6% para 4,3% não altera a taxa de postura, mas determina um aumento do peso dos ovos.

#### 4.1.2. GALINHAS NA MUDA FORÇADA

Depois de 8-12 meses de postura, nalguns bandos é induzida a muda forçada como forma de prolongar o período produtivo. As aves são sujeitas a uma combinação de restrições alimentares (alimento líquido e sólido) e de um fotoperíodo inibidor (“dias decrescentes” ou “dias curtos”), que resulta na suspensão da produção de ovos por um período de 3-6 semanas. Um dos métodos mais utilizado passa por reduzir o fotoperíodo (galinhas precisam de 16-17 horas de luz/dia para realizar a postura) e restringir a alimentação até 10 dias. Neste período, a ave perde entre 25-30% do peso corporal e verifica-se a involução do seu tracto reprodutivo. Este método não atende ao critério de bem-estar animal e é realizado apenas em aviculturas com aves sadias (as aves fracas devem ser eliminadas). Outros métodos passam por deixar as galinhas alimentarem-se ad libitum de uma dieta excessiva ou deficitária num dado nutriente (isto restringe o consumo e faz com que a ave perca peso corporal e promove a involução do tracto reprodutivo). Assim, por exemplo, uma dieta excessiva em iodo ou em zinco induz o choco. No mesmo sentido, uma dieta deficitária em cloreto de sódio resulta na muda de penas. Um outro método que atende ao bem-estar e que produz bons resultados é o uso de dietas ricas em fibra. Também neste caso a ave diminui a ingestão voluntária de alimento (mesmo que distribuído ad libitum) e ocorre a involução do tracto reprodutivo. Este processo é mais demorado do conseguido através do método do jejum.

Depois deste período de descanso, a retoma da postura pode ser iniciada através de um programa de luz estimulador (“dias longos” ou “dias crescentes”, com um aumento gradual do número de horas de luz até às 16-17 horas de luz/dia). Pouco se sabe sobre as necessidades nutricionais das aves durante o choco. Geralmente, assume-se que elas são iguais às das frangas poedeiras antes de entrarem em reprodução.

#### 4.1.3. FRANGOS DE CARNE

As necessidades em EM das aves de aptidão carne dependem do sexo e da idade (Quadro 5.2). Nos frangos de carne, o ácido gordo essencial é o ácido linoleico. Este deve estar presente na dieta na percentagem de 1,0%.

**QUADRO 5.2 –** Peso corporal típico e necessidades semanais de consumo de alimento e de EM (Kcal) por ave, em função da idade (semana de vida) dos frangos de carne (NRC, 1994)

Idade	Peso corporal (kg)		Consumo semanal (g)		Consumo cumulativo (g)		Consumo semanal EM		Consumo cumulativo EM	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1	152	144	135	131	135	131	432	419	432	419
2	376	344	290	273	425	404	928	874	1.360	1.293
3	686	617	487	444	912	848	1.558	1.422	2.918	2.715
4	1.085	965	704	642	1.616	1.490	2.256	2.056	5.174	4.771
5	1.576	1.344	960	738	2.576	2.228	3.075	2.519	8.249	7.290
6	2.088	1.741	1.141	1.001	3.717	3.229	3.651	3.045	11.900	10.335
7	2.590	2.134	1.281	1.081	4.998	4.310	4.102	3.459	16.002	13.794
8	3.077	2.506	1.432	1.165	6.430	5.475	4.585	3.728	20.587	17.522
9	3.551	2.842	1.577	1.246	8.007	6.721	5.049	3.986	25.636	21.508

Legenda: M – macho e F – fêmea.

#### 4.1.4. GALINHAS REPRODUTORAS DE APTIDÃO CARNE

A ingestão voluntária das galinhas reprodutoras de aptidão carne é normalmente restrita (respeitar os valores indicados para a raça), prevenindo-se assim oscilações acentuadas do seu peso corporal. O consumo de energia varia com a idade, a fase de produção e a temperatura ambiente, mas ronda as 400-450 Kcal ME/dia/ave.

#### 4.1.5. GALOS

Tradicionalmente, os galos são criados junto das galinhas. Porém, as alterações promovidas pelo melhoramento genético e a introdução de novas técnicas de manejo impõem que estes sejam criados em lotes separados até sensivelmente à 21ª semana de idade. Assim, por exemplo, as exigências nutricionais dos galos criados no solo e em regime de monta natural são diferentes das exigências nutricionais das galinhas que estão em postura (por exemplo, no que concerne aos teores de aminoácidos e de cálcio na dieta). Quando criados no mesmo espaço, a alimentação separada dos galos e das galinhas pode ser feita com recurso a grades restritoras colocadas em comedouros do tipo linear e que impedem os galos (devido à crista) de se alimentarem. Por seu turno, os comedouros para machos são colocados numa posição mais elevada, o que impossibilita as fêmeas de ingerir o alimento aí colocado. Os galos criados em baterias e utilizados em inseminação artificial são alimentados individualmente. Neste caso é possível controlar o peso corporal de cada galo e os seus efeitos sobre a monta e a fertilidade.

As necessidades diárias em energia dos galos criados no solo são de 400 ou 458 Kcal EM/ave. Os galos criados em baterias devem receber diariamente 346 ou 358 Kcal EM/ave.

## 4.2. NECESSIDADES EM PROTEÍNA

A quantidade de proteína a fornecer deve ter sempre em conta a sua qualidade, particularmente, a sua composição em aminoácidos essenciais. A maioria dos alimentos concentrados para aves incorporam quantidades adequadas dos seguintes aminoácidos: isoleucina, leucina, treonina, valina, fenilalanina, histidina, arginina e glicina. Por conseguinte, há que vigiar, primeiramente, as quantidades de metionina e de lisina e depois as de triptofano. Se estes estiverem em falta, a velocidade de crescimento (ganho de peso) e a postura de ovos reduzem-se.

Na alimentação das aves é preferível utilizar diferentes fontes de proteína, de modo a alcançar-se um melhor balanceamento dos aminoácidos. De um modo geral, a proteína de origem animal é considerada de melhor qualidade, uma vez que tende a ser mais rica em minerais, vitaminas e aminoácidos e uma melhor fonte de aminoácidos sulfurados. Todavia, a sua composição tende a variar devido à proporção de ossos e de tecidos. Por outro lado, ela é frequentemente mais cara do que a de origem vegetal.

A carne e as farinhas de carne e de ossos são normalmente pobres nos seguintes aminoácidos essenciais – metionina, triptofano e isoleucina. Contudo, elas têm outros elementos nutricionais importantes, como os lípidos. As farinhas de peixe, feitas a partir de subprodutos do processamento do peixe e de pequenos peixes como *Brevoortia tyrannus*, também são usadas na alimentação animal. São ricas em proteína e possuem um bom perfil em aminoácidos. Os produtos lácteos utilizados na alimentação das aves são o leite seco, o leite desnatado e o soro. Eles são pobres em arginina, glicina e cistina, mas são ricos em riboflavina. Estes produtos são geralmente caros.

Outras fontes de proteína animal são as farinhas de sangue, as penas hidrolisadas e as farinhas de resíduos do processamento das aves. As farinhas de sangue são ricas em lisina e pobres em isoleucina. As farinhas de penas hidrolisadas são pobres em metionina, lisina, triptofano e histidina. Por seu turno, as farinhas de subprodutos do processamento das aves são ricas em proteína (50-60%), mas deficitárias em metionina e em triptofano. O seu conteúdo em lípidos é normalmente de 12%.

As farinhas de oleaginosas de soja, de semente de algodão e de amendoim são feitas com resíduos resultantes da extração dos óleos. As farinhas de soja são as mais utilizadas, visto que constituem um subproduto da extração do óleo de soja, são produzidas em larga escala e são ricas em lisina e pobres em metionina. Não se podem fornecer grãos inteiros da soja sem tratamento térmico (tostagem) prévio, uma vez que eles possuem fatores antinutricionais, como inibidores de proteases, lecitinas, ácido fítico e saponina. As farinhas de semente de algodão são deficitárias em lisina e em metionina. Por outro lado, são ricas numa substância tóxica (gossipol), que deve ser previamente removida. As farinhas de amendoim são pobres em lisina e em metionina. Nas dietas de iniciação para frangos podem estar presentes em percentagens de 3-7% e nas de frangos em crescimento (a partir dos 21 dias de idade) nas percentagens de 5-8%. As farinhas de glúten de milho são normalmente deficitárias em arginina, lisina e triptofano.

#### 4.2.1. GALINHAS POEDEIRAS

Ao contrário da ingestão de energia, a ingestão de proteína (assim como de outros nutrientes) não é afectada pela ingestão voluntária de alimentos. Contudo, os teores deste nutriente na dieta têm de ser balanceados em função dos níveis de energia presentes na mesma. Geralmente, as necessidades nutricionais das galinhas poedeiras são estimadas considerando três níveis de ingestão voluntária de alimentos (Quadro 5.3). As galinhas poedeiras jovens, em início de produção, têm uma capacidade de ingestão de alimentos inferior à das galinhas na fase final de produção. Por outro lado, relativamente às galinhas brancas, as galinhas castanhas melhoradas geneticamente (mais pesadas) tendem a ingerir mais cerca de 10% de alimento (apresentam uma pior taxa conversão alimentar). O calor tende a diminuir a taxa de ingestão voluntária de alimentos, pelo que se recomenda a incorporação de óleos e de aminoácidos sintéticos na dieta. Na verdade, estes reduzem a produção de calor associada ao processo digestivo (incremento calórico).

**QUADRO 5.3 – Necessidades proteicas de galinhas poedeiras do tipo Leghorn (brancas e castanhas) segundo o consumo diário de alimento (%/kg alimento; 2.900 Kcal EM/90% de taxa de postura) (NRC, 1994)**

Nutriente	Teores necessários às galinhas branca, segundo o nível de ingestão			Quantidades diárias necessárias (mg ou UI)		
	80 g/dia	100 g/dia	120 g/dia	Branças reprodutoras 100 g/dia/ave	Branças 100 g/dia/ave	Castanhas 110 g/dia/ave
<b>Proteína bruta</b>	18,8	15,0	12,5	15,000	15,000	16,500
<b>Arginina</b>	0,88	0,70	0,58	700	700	770
<b>Histidina</b>	0,21	0,17	0,14	170	170	190
<b>Isoleucina</b>	0,81	0,65	0,54	650	650	720
<b>Leucina</b>	1,03	0,82	0,68	820	820	900
<b>Lisina</b>	0,86	0,69	0,58	690	690	760
<b>Metionina</b>	0,38	0,30	0,25	300	300	330
<b>Metionina + cistina</b>	0,73	0,58	0,48	580	580	650
<b>Fenilalanina</b>	0,59	0,47	0,39	470	470	520
<b>Fenilalanina + tirosina</b>	1,04	0,83	0,69	830	830	910
<b>Treonina</b>	0,59	0,47	0,39	470	470	520
<b>Triptofano</b>	0,20	0,16	0,13	160	160	180
<b>Valina</b>	0,88	0,70	0,58	700	700	770

#### 4.2.2. FRANGOS DE CARNE

Nas primeiras seis semanas de vida, a quantidade de proteína recomendada é de 20-23%. Nesta altura, as aves crescem mais rapidamente, pelo que as suas necessidades proteicas são superiores. Posteriormente, a quantidade de proteína a administrar pode ser reduzida para 16-18% (Quadro 5.4). Nas explorações comerciais de frangos, o abate das aves é feito, em média, quando estas têm 6 semanas de vida.

**QUADRO 5.4 – Necessidades proteicas de frangos de carne segundo a sua idade (%/kg alimento; 90% de matéria seca; MS) (NRC, 1994)**

Nutriente	0-3 semanas 3.200 EM/kg alimento	3-5 semanas 3.200 EM/kg alimento	6-8 semanas 3.200 EM/kg alimento
Proteína bruta	23,00	20,00	18,00
Arginina	1,25	1,10	1,00
Glicina + serina	1,25	1,14	0,97
Histidina	0,35	0,32	0,27
Isoleucina	0,80	0,73	0,62
Leucina	1,20	1,09	0,93
Metionina	1,10	1,00	0,85
Metionina + cistina	0,50	0,38	0,32
Fenilalanina	0,90	0,72	0,60
Fenilalanina + tirosina	1,34	1,22	1,04
Prolina	0,60	0,55	0,46
Treonina	0,80	0,74	0,68
Triptófano	0,20	0,18	0,15
Valina	0,90	0,82	0,70

#### 4.2.3. GALINHAS REPRODUTORAS DE APTIDÃO CARNE

Na alimentação das frangas de aptidão carne, mais do que o teor em PB, é importante a composição em aminoácidos específicos da dieta.

**QUADRO 5.5** – Necessidades proteicas de galinhas reprodutoras de aptidão carne (90% de MS) (NRC, 1994)

Nutrientes	Unidades	Necessidades
Proteína bruta	g	19,5
Arginina	mg	1.110
Histidina	mg	205
Isoleucina	mg	850
Leucina	mg	1.250
Lisina	mg	765
Metionina	mg	450
Metionina + cistina	mg	700
Fenilalanina	mg	610
Fenilalanina + tirosina	mg	1.112
Treonina		720
Triptofano	mg	190
Valina	mg	750
Valina	0,90	0,82

As galinhas reprodutoras de aptidão carne têm de ingerir cerca de 19-20 g/dia/ave de PB, assumindo-se que esta contém todos os aminoácidos essenciais (Quadro 5.5). Nos momentos de maior produtividade pode ser necessário aumentar para 23 g/dia/ave de PB. Não esquecer que o tamanho do ovo condiciona significativamente o peso do pinto ao nascimento e o seu subsequente crescimento. Nestas galinhas, o excesso de proteína na dieta afecta negativamente a taxa de eclodibilidade.

#### 4.3. VITAMINAS

Os suplementos vitamínicos são constituídos por misturas de vitaminas produzidas a partir de fontes quimicamente puras destas substâncias. A vitamina A é adicionada como vitamina pura ou através de óleos de peixe. A vitamina D é adicionada através de óleos de peixe irradiados ou de produtos animais. As aves necessitam de um isómero especial de vitamina D que só se encontra em produtos animais (vitamina D ativa). Nestes animais, a vitamina D de origem vegetal não é eficiente. Os *pre-mix* de vitaminas permitem, normalmente, suplementar os alimentos com riboflavina, colina, niacina, ácido pantoténico e vitamina B12.

### 4.3.1. GALINHAS POEDEIRAS

As necessidades das galinhas poedeiras em vitaminas estão indicadas no Quadro 5.6.

**QUADRO 5.6** – Necessidades em vitaminas de galinhas poedeiras do tipo Leghorn segundo o consumo diário de alimento (Unidade/kg alimento; 2.900 Kcal EM/90% de taxa de postura) (NRC, 1994)

Nutriente	Teores necessários às galinhas branca, segundo o nível de ingestão			Quantidades diárias necessárias (mg ou UI)		
	80 g/dia	100 g/dia	120 g/dia	Branca reprodutoras 100 g/dia/ave	Branca 100 g/dia/ave	Castanhas 110 g/dia/ave
<b>Lipossolúveis</b>						
A (UI)	3.750	3.000	2.500	300	300	330
D <sub>3</sub> (UI)	375	300	250	30	30	33
E (UI)	6	5	4	1,0	0,5	0,55
K (mg)	0,6	0,5	0,4	0,1	0,05	0,055
<b>Hidrossolúveis</b>						
B <sub>12</sub> (mg)	0,004	0,004	0,004	0,008	0,0004	0,0004
B <sub>7</sub> (mg)	0,13	0,10	0,08	0,01	0,01	0,011
B <sub>8</sub> (mg)	1.310	1.050	875	105	105	115
B <sub>9</sub> (mg)	0,31	0,25	0,21	0,035	0,025	0,028
B <sub>3</sub> (mg)	12,5	10,0	8,3	1,0	1,0	1,1
B <sub>5</sub> (mg)	2,5	2,0	1,7	0,70	0,20	0,22
B <sub>6</sub> (mg)	3,1	2,5	2,1	0,45	0,25	0,28
B <sub>2</sub> (mg)	3,1	2,5	2,1	0,36	0,25	0,28
B <sub>1</sub> (Tiamina) (mg)	0,88	0,70	0,60	0,07	0,07	0,08

### 4.3.2. FRANGOS DE CARNE

Na formulação de alimentos concentrados comerciais de iniciação e de crescimento há que prestar atenção aos teores das seguintes vitaminas: vitamina A, vitamina D<sub>3</sub>, riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>), colina (vitamina B<sub>8</sub>), niacina (vitamina B<sub>3</sub>) e ácido pantotênico (vitamina B<sub>5</sub>). Geralmente, eles trazem as quantidades certas de vitamina K, biotina (B<sub>7</sub>), piridoxina (vitamina B<sub>6</sub>) e ácido fólico (vitamina B<sub>9</sub>). Como algumas destas vitaminas têm tendência a oxidar, elas devem estar presentes em doses superiores às recomendadas (Quadro 5.7). No caso das vitaminas A e D<sub>3</sub>, a margem deve ser de 60% e a das demais vitaminas, como, por exemplo, as do complexo B, deve ser de 40%.

**QUADRO 5.7 – Necessidades vitamínicas de frangos de carne segundo a sua idade (Unidades/kg alimento; 90% de MS) (NRC, 1994)**

Nutriente	0-3 semanas 3.200 EM/kg alimento	3-5 semanas 3.200 EM/kg alimento	6-8 semanas 3.200 EM/kg alimento
<b>Lipossolúveis:</b>			
A	1.500 UI	1.500 UI	1.500 UI
D <sub>3</sub>	200 UIC	200 UIC	200 UIC
E	10 UI	10 UI	10 UI
K	0,5 mg	0,5 mg	0,5 mg
<b>Hidrossolúveis:</b>			
B <sub>12</sub> (cobalamina)	0,01 mg	0,01 mg	0,007 mg
B <sub>7</sub>	0,15 mg	0,15 mg	0,12 mg
B <sub>8</sub>	1.300 mg	1.000 mg	750 mg
B <sub>9</sub>	0,55 mg	0,55 mg	0,55 mg
B <sub>3</sub>	35 mg	30 mg	25 mg
B <sub>5</sub>	10 mg	10 mg	10 mg
B <sub>6</sub>	3,5 mg	3,5 mg	3,0 mg
B <sub>2</sub>	3,6 mg	3,6 mg	3,0 mg
B <sub>1</sub>	1,80	1,80	1,80

#### 4.3.3. GALINHAS REPRODUTORAS DE APTIDÃO CARNE

Nas galinhas reprodutoras de aptidão carne, as necessidades em vitamina B7 são de 16 mg/dia/ave.

#### 4.4. MINERAIS

O cálcio e o fósforo não estão normalmente presentes nos ingredientes dos alimentos concentrados em quantidades adequadas. O mesmo sucede com o cloreto de sódio, com o manganês e com o iodo.

O cálcio é suplementado adicionando ao alimento calcário calcítico moído ou conchas de ostras ou de outros moluscos trituradas. Os alimentos para aves não devem incorporar calcários dolomítico e magnesiano, dado os seus teores em magnésio. Pode ainda ser usada calcite, calcário ou mármore. O fósforo é normalmente suplementado sob a forma de fosfato bicálcico ou de fosforitos. Geralmente, os fosforitos têm de ser previamente defluorados termicamente. O cloro e o sódio são fornecidos através do sal comum (0,57-1,50% na ração), preferencialmente na forma iodada (para suplementar o iodo). O cobre, o ferro, o magnésio, o selênio e o zinco devem ser administrados através de misturas minerais comerciais (Quadro 5.9).

#### 4.4.1. GALINHAS POEDEIRAS

Nas galinhas poedeiras, as necessidades em minerais são idênticas às das demais galinhas, com exceção das de cálcio (Quadro 5.8). Nestas aves, a suplementação em cálcio é vital. Esta deve começar a ser feita algumas semanas antes das galinhas começarem a postura. Nas regiões de clima quente, este suplemento deve ser próximo de 3%.

Outros minerais parecem afectar igualmente a qualidade da casca dos ovos – o fosforo e o cloreto de sódio. Dietas ricas em fósforo diminuem a qualidade da casca. Tendo em conta as três fases de postura, enquanto que as necessidades em cálcio aumentam, as de fósforo diminuem. Só em condições de stress térmico faz sentido administrar mais fósforo.

**QUADRO 5.8** – Necessidades em minerais de galinhas poedeiras do tipo Leghorn segundo o consumo diário de alimento (Unidade/kg alimento; 2.900 Kcal EM/90% de taxa de postura) (NRC, 1994)

Nutriente	Teores necessários às galinhas branca, segundo o nível de ingestão			Quantidades diárias necessárias (mg ou UI)		
	80 g/dia	100 g/dia	120 g/dia	Branca reprodutoras 100 g/dia/ave	Branca 100 g/dia/ave	Castanhas 110 g/dia/ave
<b>Macro minerais</b>						
<b>Cálcio (%)</b>	4,06	3,25	2,71	3.250	3.250	3.600
<b>Cloreto (%)</b>	0,16	0,13	0,11	130	130	150
<b>Magnésio (mg)</b>	652	500	420	50	50	55
<b>Fósforo (%)</b>	0,31	0,25	0,21	250	250	275
<b>Potássio (%)</b>	0,19	0,15	0,13	150	150	165
<b>Sódio (%)</b>	0,19	0,15	0,13	150	150	165
<b>Micro minerais</b>						
<b>Iodo (mg)</b>	0,044	0,035	0,029	0,010	0,004	0,004
<b>Ferro (mg)</b>	56	45	38	6,0	4,5	5,0
<b>Manganês (mg)</b>	25	20	17	2,0	2,0	2,2
<b>Selénio (mg)</b>	0,08	0,06	0,05	0,006	0,006	0,006
<b>Zinco (mg)</b>	44	35	29	4,5	3,5	3,9

#### 4.4.2. FRANGOS DE CARNE

As necessidades dos frangos de carne em minerais são apresentadas no Quadro 5.9.

**QUADRO 5.9** – Necessidades em minerais de frangos de carne segundo a sua idade (mg/kg alimento; 90% de MS) (NRC, 1994)

Nutriente	0-3 semanas 3.200 EM/kg alimento	3-5 semanas 3.200 EM/kg alimento	6-8 semanas 3.200 EM/kg alimento
Cobre	8	8	8
Iodo	0,35	0,35	0,35
Ferro	80	80	80
Magnésio	60	60	60
Selênio	0,15	0,15	0,15
Zinco	40	40	40

#### 4.4.3. GALINHAS REPRODUTORAS DE APTIDÃO CARNE

Nas galinhas reprodutoras de aptidão carne, os teores de cálcio na dieta são muito importantes, dado que condicionam a qualidade da casca do ovo. Nas galinhas criadas sobre o solo, a taxa de eclodibilidade não aumenta quando a quantidade de cálcio na dieta é superior a 3,91 g/dia/ave. Estas galinhas são normalmente alimentadas no período da manhã. Porém, distribuir algum alimento concentrado suplementado com cálcio à tarde melhora a qualidade da casca do ovo. Nunca distribuir o alimento concentrado apenas no período da tarde, uma vez que este procedimento resulta em ovos com uma casca muito espessa, o que reduz a taxa de eclodibilidade.

As galinhas reprodutoras criadas em baterias têm necessidades em cálcio e em fósforo superiores às das galinhas reprodutoras criadas sobre o solo. A produção de ovos e a taxa de eclodibilidade não varia quando as galinhas reprodutoras são alimentadas com dietas contendo teores de fósforo total entre 532-1.244 mg/dia/ave. Todavia, a produção de ovos aumentou quando foram usados teores superiores a 718 mg/dia/ave.

As taxas de postura, de fertilidade e de eclodibilidade e o peso dos ovos não melhoram quando os teores de sódio ultrapassam os 154 mg/dia/ave. Na verdade, teores de sódio superiores a 320 mg/dia/ave reduzem a taxa de fertilidade.

## 5. MATÉRIAS-PRIMAS

As matérias-primas, também conhecidas como ingredientes, integram os alimentos concentrados comerciais de forma convencional ou alternativa. As matérias-primas convencionais incluem: o milho, o trigo, a cevada, a aveia, o arroz, o farelo de soja, a farinha de carne e de ossos, o farelo de trigo, o calcário, o fosfato bicálcico, a farinha de ostra, o óleo bruto de soja, o sal comum, a farinha de peixe, entre outras. Por seu turno, as matérias-primas alternativas compreendem: o sorgo, o farelo de arroz integral, o farelo de girassol, a raspa integral de mandioca<sup>1</sup>, a farinha de gérmen integral de milho, o farelo de coco, o farelo de tomate, o farelo de goiaba, os subprodutos do processamento da mandioca, entre outras.

A qualidade dos alimentos concentrados comerciais depende da qualidade dos seus ingredientes. Um ingrediente de má qualidade origina sempre um alimento concentrado comercial de má qualidade, na relação directa da sua participação na fórmula, independentemente de quaisquer outros factores de produção. Para manter intacta a qualidade dos ingredientes há que conhecer as suas propriedades. Na verdade, ela pode ser posta em causa antes (armazenamento) ou durante o seu processamento em fábrica.

Nos monogástricos, o binómio milho:soja (ou seus derivados) é utilizado em grandes quantidades na composição dos alimentos concentrados. Porém, estes cereais também são muito utilizados na alimentação humana e na produção de biocombustíveis, o que tem incentivado a procura de fontes alternativas de energia e de proteína à sua incorporar nos alimentos concentrados.

### 5.1. MATÉRIAS-PRIMAS CONVENCIONAIS

O alimento é um material que, após ser ingerido pelo animal, tem a capacidade de ser partido (no tracto digestivo) nos seus principais nutrientes, que logo serão absorvidos e utilizado para diferentes fins. O termo alimento é utilizado de forma generalista, uma vez que nem todos os constituintes de um alimento são passíveis de ser digeridos. Desta forma, a parte que pode ser absorvida e utilizada pelos animais é denominada de nutriente. Para que um alimento possa ser utilizado como ingrediente é obrigatório conhecer as suas propriedades físico-químicas, de modo a otimizar a eficácia da sua utilização. Plantas e animais contêm tipos similares de nutrientes, que podem ser agrupados de acordo com a sua constituição, propriedades e funções (Figura 5.7).

<sup>1</sup> A produção de raspas é feita a partir da raiz integral, inclusive com resíduos de solo (minerais) ligados à casca. Quando se trata de raízes de mandiocas, estas são lavadas após a colheita e depois são trituradas em destrojadoras (picadoras) ou em máquinas específicas que permitem a obtenção de um produto de melhor qualidade. A raspa integral de mandioca deve ser seca ao sol para eliminar o fator anti-nutricional presente na casca.

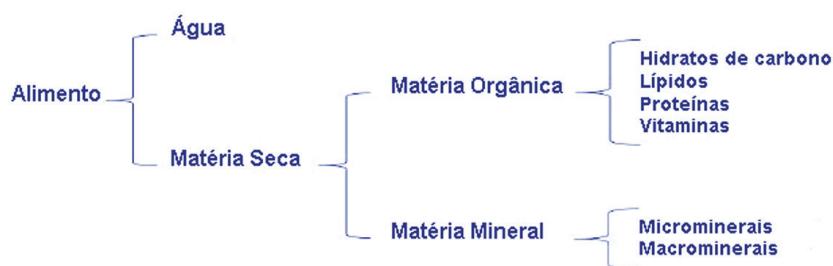


FIGURA 5.7 – Composição química dos alimentos.

Os alimentos podem ser igualmente classificados como volumosos ou concentrados. Os alimentos volumosos são aqueles que contêm um elevado teor em fibra bruta (FB) e um reduzido valor energético, com menos de 60% de nutrientes digestíveis totais e mais de 18% de FB. Por seu turno, os alimentos concentrados são aqueles que apresentam menos de 18% de FB na sua composição, mas contêm alto teor energético ou proteico. Alimentos concentrados energéticos apresentam menos de 20% de PB. Os concentrados proteicos apresentam na sua composição mais de 20% de PB.

A escolha dos alimentos depende do balanço desejado de nutrientes e das limitações inerentes ao uso de alguns deles (toxidade, substâncias anti-nutricionais, manipulação e conservação). É ainda importante estar informado sobre a disponibilidade dos mesmo na região e o seu custo deve ser acessível.

### 5.1.1. MILHO

É o cereal mais utilizado como fonte de energia, possuindo cerca de 3.400 Kcal/kg de EM. Este valor energético decorre do seu elevado teor em extractos não azotados (ENA), essencialmente amido (70-73%), e do seu elevado teor em gordura (3,5-4,5%), quando comparado com o de outros grãos. É uma boa fonte de ácido linoleico. O seu teor em PB varia entre 8-11% (ronda os 9%). Tem um baixo teor em FB – 2,0-2,2%. Quanto à sua composição em minerais, o milho é pobre em cálcio e em fósforo disponível – 0,03% e 0,08%, respectivamente.

A maioria dos grãos de milho usados na alimentação animal tem origem em plantas híbridas, desenvolvidas para se adaptarem a diferentes solos, climas e pluviosidades. Os grãos de milho apresentam tonalidades variadas: amarelo, branco, vermelho e preto (Figura). De entre estes, o mais utilizado é o amarelo, rico em pró-vitamina A (betacaroteno) e em xantofila. Durante o armazenamento, a actividade da vitamina A pode reduzir-se em 30%. Os teores da xantofila variam entre 10,0-20,0 mg/kg. A xantofila é responsável pela pigmentação das patas, da pele, da gordura e da gema do ovo. O milho branco tem propriedades nutricionais idênticas à do milho amarelo, diferindo apenas na quase total ausência de actividade da vitamina A e no reduzido ou nulo conteúdo em xantofila.

O milho a usar nos alimentos concentrados deve possuir, no máximo, 13% de humidade e estar isento de microtoxinas, resíduos de pesticidas e sementes tóxicas. Deve estar na forma de milho moído. Este deteriora-se rapidamente, pelo que é aconselhável proceder à sua moagem apenas quando da preparação do alimento concentrado. O seu tempo de armazenamento não deve ultrapassar as 72 horas. Nos alimentos concentrados para aves, o milho é a principal matéria-prima – 50-70%.

### 5.1.2. TRIGO

O trigo tem um teor em energia idêntico ao do milho. O seu conteúdo em proteína é superior ao do milho – 10-17% –, dependendo da sua variedade e local de produção. Porque é muito usado na alimentação humana, a sua utilização na alimentação avícola é geralmente economicamente inviável.

É um cereal gelatinoso que, quando moído e usado em elevadas percentagens, tende a “empastar” no bico das aves, chegando mesmo a causar a necrose do bico. O trigo não tem pigmentos nem vitamina A.

### 5.1.3. CEVADA

A cevada tem 75% da energia e 300% da fibra do milho. Neste sentido, a sua utilização é limitada, particularmente nos alimentos concentrados comerciais que devem ser ricos em energia e pobres em fibra. Embora a fibra da cevada seja praticamente indigestível, o grão pode ser embebido em água a temperaturas elevadas ou ser tratado com enzimas de modo a aumentar a sua qualidade. Nalgumas regiões, estes procedimentos são economicamente inviáveis.

Nos alimentos concentrados para aves, apenas 10-15% do milho pode ser substituído por cevada.

### 5.1.4. AVEIA

A aveia é um cereal pouco utilizado na alimentação das aves. Tal como a cevada, contém cerca de 75% da energia do milho. O seu teor em proteína é muito variável e o de fibra ronda os 12%.

Nos alimentos concentrados para aves, apenas 10-15% do milho pode ser substituído por aveia.

### 5.1.5. ARROZ

O arroz é o segundo cereal mais produzido a nível mundial. Contudo, a sua utilização na alimentação animal é local, ou seja, só ocorre nas zonas em que é produzido. São apenas usados os grãos de baixa qualidade ou partidos.

### 5.1.6. FARELO DE SOJA

É a fonte proteica de origem vegetal mais utilizada em alimentos concentrados comerciais para monogástricos. Possui um teor em proteína que varia entre 37-48% e um perfil completo e importante de aminoácidos. A metionina parece ser o único aminoácido limitante neste ingrediente. É um subproduto resultante da moagem dos grãos de soja destinada à extracção industrial de óleo para consumo humano.

A soja possui factores anti-nutricionais, como inibidores de tripsina e de quimiotripsina e de lecitinas, que causam danos ou impedem a absorção dos nutrientes por parte dos animais. Estes factores podem ser destruídos ou inactivados através de tratamentos térmicos.

Os farelos com elevados teores em proteína são oriundos da soja sem casca. Os que apresentam reduzidos teores em proteína possuem quantidades variáveis de casca, o que resulta na diminuição dos teores em EM. Dependendo do processo industrial, os subprodutos da soja possuem os seguintes teores de PB: farelo de soja integral tostada – 37% e farelo de soja – 45-48%. Ainda que o farelo de soja integral tostado possua um menor valor proteico, ele possui teores em energia EM superiores aos dos demais farelos. Um outro subproduto da soja é a sua casca. Esta possui um teor em PB de aproximadamente 13,5%. Nos alimentos concentrados para aves, o farelo de soja constitui 15-25% de todas as matérias-primas.

### 5.1.7. FARINHA DE CARNE E DE OSSOS

É uma das principais fontes de proteína de origem animal usada na produção de alimentos concentrados. É um subproduto dos matadouros, obtido a partir de resíduos de tecidos animais e de ossos, após desossa completa da carcaça de bovinos, de ovinos e/ou de suínos, moídos, cozidos, prensados (para extração da gordura) e novamente moídos. Não deve conter sangue, cascos, cornos, pêlos e conteúdos gástricos (excepto os obtidos involuntariamente através de boas práticas de abate). Não deve conter matérias estranhas. Para sua utilização, é feito um tratamento térmico para eliminação de possíveis patogênicos. Contudo, o seu sobreaquecimento influencia a sua palatabilidade e a sua qualidade. Cuidados especiais devem ser tomados para eliminar os microrganismos e prevenir a sua contaminação pós-processamento. Trata-se de um produto muito heterogêneo, dado que depende muito da proporção de tecidos:ossos e sua composição. Tem uma cor que varia de dourada a castanha.

Dependendo do processamento, a farinha de carne e de ossos possui teores em PB que variam entre 40-55%. É rica em aminoácidos essenciais. É uma excelente fonte de minerais, com níveis de fósforo superiores a 3,6-4,0%. Na sua composição, a relação cálcio:fósforo não deve ultrapassar 2,2:1, uma vez que relações superiores a esta pressupõe a adulteração da matéria-prima. Os seus teores em proteína, em cálcio e em fósforo dependem da maior ou menor presença de restos de carne em relação à de ossos.

A recolha, o transporte, o armazenamento e a utilização desta matéria-prima exige cuidados especiais, uma vez que se encontra sempre sujeita a contaminação microbiológica e a oxidação. Apesar de ser rica em proteína, a farinha de carne e de ossos deve ser utilizada apenas até 5% da composição total dos alimentos concentrados, devido a restrições técnicas relacionadas com a transferências de sabor para os produtos (carne e ovos) e às zoonoses que ocasionalmente pode transmitir.

### 5.1.8. FARELO DE TRIGO

É um subproduto resultante do processo industrial conducente à obtenção da farinha de trigo. É constituído por partículas finas da película do grão, do germen e das restantes camadas internas do grão. Possui 15-16% de PB, 9-10% de FB e 0,33% de fósforo disponível (superior aos demais alimentos da classe a que pertence).

Tendo em conta o seu elevado teor em fibra e o seu baixo valor energético, recomenda-se a sua utilização até 5% na fase inicial, 10-20% na fase de crescimento e 15-20% nas galinhas poedeiras.

### 5.1.9. FOSFATO BICÁLCICO

É obtido através da transformação do fosfato de rocha em ácido fosfórico e sua defluorização. Tem na sua composição 23% de cálcio, 18% de fósforo e de flúor (máximo 1% de teor em fósforo).

É utilizado até 2% nos alimentos concentrados para aves, dependendo da adição ou não de farinha de carne e de ossos. Pode ser substituído por fosfato monocálcico ou por fosfato tricálcico.

### 5.1.10. FOSFATO TRICÁLCICO

É um produto oriundo da moagem do carbonato de cálcio desidratado. Contém cálcio (37%), fósforo (17,9%), magnésio (máximo 1%) e flúor (máximo 0,03%). Na formulação de alimentos concentrados comerciais para aves, o calcário dolomítico não deve ser usado, uma vez que possui elevados teores em magnésio e estes causam diarreia, raquitismo, enfraquecimento dos ossos (adultos) e ovos de casca fina.

Os níveis de cálcio a incorporar nos alimentos concentrados dependem muito da aptidão das aves e do seu ciclo de produção. Na fase de postura, o calcário pode ser usado até 8% da composição total do alimento concentrado.

### 5.1.11. FARINHA DE OSTRAS

É obtido a partir das conchas de ostras após lavagem, secagem e moagem. Tem 36-38% de cálcio, sendo uma das melhores fontes deste mineral. A quantidade usada na elaboração de alimentos concentrados para aves é semelhante à do calcário calcítico.

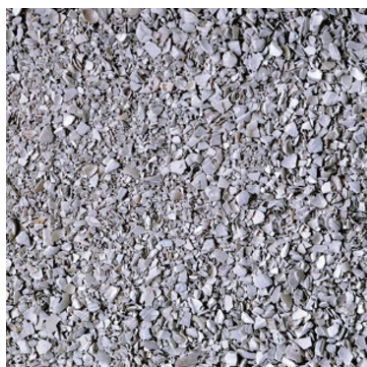


FIGURA 5.8 – Farinha de ostras grossa (esquerda) e fina (direita).

### 5.1.12. ÓLEOS E GORDURAS VEGETAIS

Os óleos estão no estado líquido e as gorduras no estado sólido. São fonte de energia e algumas matérias-primas, como o óleo de coco, de milho, de soja, de palma, de cânula ou de amendoim, são ainda ricos em vitaminas A e E. Alguns possuem elevados teores em carotenóides (coloração amarelo-avermelhada), que podem promover uma elevada pigmentação da carcaça do frango e da gema do ovo.

A rancificação é o maior contratempo à utilização destas fontes de energia na elaboração de alimentos concentrados comerciais. Neste sentido, há que utilizar antioxidantes quando do seu processamento. É recomendado que estas matérias-primas sejam armazenadas em locais secos e apenas por um curto período de tempo. Nos alimentos concentrados comerciais para aves pode utilizar-se até 5% de óleos e de gorduras.

#### 5.1.13. ÓLEOS E GORDURAS ANIMAIS

O óleo de aves é um produto obtido a partir do tecido adiposo das aves, extraído por prensagem ou solvente, após cocção, filtrado ou não, contendo no mínimo 90% de ácidos gordos totais e, no máximo 1,5-2,0% de impurezas e de substâncias insaponificáveis. Não deve conter outros ácidos gordos livres e produtos da gordura, excepto aqueles obtidos através de boas práticas de abate e de produção de sebo. Deve indicar sempre a(s) espécie(s) de origem (bovinos, suínos, aves, etc.) e se inclui algum antioxidante.

#### 5.1.14. SAL COMUM

O sal comum ou cloreto de sódio (NaCl) é, normalmente, um produto obtido através do processo de desidratação da água do mar em salinas. Actua, fundamentalmente, como estimulador do apetite. Contém cerca de 60% de cloro, 40% de sódio e traços de iodo.

Nas aves, o consumo de água é afectado pelo teor em sal da dieta. Por seu turno, os níveis corporais de sais são controlados pelos rins. O consumo de elevadas quantidades de sal determina uma maior ingestão de água e a produção de fezes mais aquosas. Os alimentos concentrados para aves incorporam, normalmente, 0,25-0,40% de sal comum.

#### 5.1.15. FARINHA DE PEIXE

É um produto obtido a partir de peixes inteiros ou de partes de peixes (cabeças, rabo, pele, vísceras, barbatanas) de várias espécies, não decomposto, com ou sem extracção de óleo, seco e moído. Não deve conter mais de 10% de humidade. O teor em NaCl deve ser indicado.

A qualidade e a composição da farinha de peixe variam consideravelmente em função da matéria-prima utilizada e do método processamento utilizado – secagem ao sol, em vácuo, a vapor ou à chama. A secagem ao sol resulta numa farinha de baixa qualidade. A secagem em vácuo e a vapor são as que têm algum significado comercial. A secagem à chama é praticamente inexistente.

A farinha de peixe é uma boa fonte de proteína, com valores que oscilam entre 55-75%. Possui uma grande disponibilidade de aminoácidos essenciais (metionina e lisina) e uma boa composição em minerais, particularmente em cálcio, fósforo e microminerais (zinco, manganês, cobre, selénio e ferro).

É uma excelente opção em regiões com alta produção aquícola e consumo de peixe, dado que é produzida a partir de partes não nobres de peixes e de peixes de baixo valor comercial e abrangência de mercado.

Nos alimentos concentrados comerciais para aves recomenda-se a utilização de até 5% de farinha de peixe, uma vez que percentagens superiores resultam na transferência de sabor e de odor para a carne e para os ovos.

## 5.2. MATÉRIAS-PRIMAS ALTERNATIVAS (NÃO CONVENCIONAIS)

As fontes alternativas de alimentos podem ser definidas como matérias-primas que tradicionalmente não são usadas na alimentação animal e que não integram normalmente os alimentos concentrados comerciais. Este grupo de alimentos incluem, fundamentalmente, produtos ou subprodutos provenientes de culturas perenes, que normalmente já não têm qualquer valor comercial. Ao serem utilizados como alimentos, eles podem ser convertidos em produtos com valor comercial.

### 5.2.1. SORGO

Devido às suas características nutricionais, o sorgo tem sido usado como um substituto do milho (Figura ). Contudo, a porção externa do grão de sorgo possui substâncias denominadas de taninos e que têm impacto metabólico (interferem na acção das enzimas digestivas). Eles afectam negativamente o crescimento das aves e originam manchas na gema dos ovos. O sorgo pode ser classificado como: rico em taninos (geralmente, os grãos são mais escuros) ou pobre em taninos (geralmente, os grãos são mais claros). É um ingrediente de reduzida palatabilidade. Hoje a maioria das variedades de sorgo cultivadas são de baixo ou nenhum teor em taninos (“sem taninos”).

O sorgo pobre em taninos possui características nutritivas semelhantes às do milho. O seu valor energético é ligeiramente inferior ao do milho e o proteico ligeiramente superior ao (8-9%). O sorgo possui menos extrato etéreo e aminoácidos essenciais (metionina e lisina).

Ao contrário do milho, os grãos de sorgo possuem uma baixa concentração de xantofila, pelo que é necessário suplementar os alimentos concentrados com pigmentos naturais (por exemplo o extrato de flor de Marigold ou de urucum triturado) ou sintéticos. A actividade da vitamina A é nula, pelo que deve ser suplementada.



FIGURA 5.9 – Planta de sorgo (esquerda) e grão de sorgo (direita).

A substituição do milho pelo sorgo só é economicamente viável, quando o preço deste último é 15-20% inferior ao do milho. Nos alimentos concentrados comerciais para aves, o milho pode ser integralmente substituído por sorgo pobre em taninos. Mais, existem variedades de sorgo ricas em lisina.

### 5.2.2. FARELO DE ARROZ INTEGRAL

É um subproduto do arroz descascado, com um preço relativamente baixo. Na alimentação das aves, ele é uma excelente fonte alternativa de energia (substituto do milho) – 90% da energia do grão de milho. O seu teor em proteína é de cerca de 13%. Possui um elevado teor em lípidos – 13-15%.

Nas dietas de frango de carne, a utilização do farelo integral de arroz é limitada pela presença de polissacáridos não-amiláceos (PNA), que originam a formação de um gel no tracto intestinal e afetam negativamente a absorção de nutrientes. Outra limitação à sua utilização é a presença de ácido fítico ou mio-inositol hexafosfato, um componente natural que forma complexos com minerais importantes (como o cálcio e o fósforo) e até com aminoácidos, tornando-os indisponíveis para absorção. Estes efeitos anti-nutricionais podem ser resolvidos suplementando a dieta com enzimas que quebra os PNA e com a enzima fitase.

Nos alimentos concentrados comerciais para aves recomenda-se a utilização de 10-15% na fase inicial e de 10-20% nas fases de crescimento e de postura.

### 5.2.3. GERME INTEGRAL DE MILHO

É obtido através do processamento mecânico da moagem do germe, do tegumento e das partículas amiláceas. Possui cerca de 10,8% de PB.

Nos alimentos concentrados comerciais para frangos de carne, o milho pode ser substituído por germe integral de milho em até 20% na fase inicial, 32% na fase de crescimento e 17% na fase de acabamento.

### 5.2.4. MILHO PAINÇO

É um cereal resistente à seca e às altas temperaturas (Figura 5.10). Possui 3.168 Kcal/kg de EM e 13,1% de PB. Nos alimentos concentrados comerciais para aves pode substituir o milho em até 60%.

Esta substituição deve implicar a suplementação com pigmentos. O milho painço é pobre em carotenóides, o que compromete a coloração da pele dos frangos de carne e da gema do ovo.



FIGURA 5.10 – Planta de milho painço (esquerda) e grão de milho painço (direita).

### 5.2.5. TRITICALE

É um cereal resultante do cruzamento do trigo e do centeio (Figura 5.11). Possui 2.995 Kcal/kg de EM e 12,81% de PB. É utilizado como fonte alternativa de energia. Contudo, o triticale é deficitário em lisina e metionina. Este cereal é igualmente deficitário em treonina. Neste sentido, o triticale não deve substituir o milho em mais de 30%. Se tal acontecer há que suplementar o alimento concentrado com estes aminoácidos.



FIGURA 5.11 – Planta de triticale (esquerda) e grão de triticale (direita).

### 5.2.6. FARINHA DE COCO

A farinha de coco é produzida através da moagem do material que sobra da extração do óleo de coco.

### 5.2.6. RASPA INTEGRAL DE MANDIOCA

É obtida triturando a raiz de mandioca (poupa + casca) e sua posterior desidratação ao sol ou em secadores, o que promove a eliminação da sua toxicidade com origem nos **glicosídeos cianogênicos** (substâncias que podem originar ácido cianídrico). É uma potencial fonte alternativa de energia. Porém possui baixos teores em aminoácidos e em pigmentos. Nos frangos de carne pode ser utilizada na proporção de 5-20% e nas galinhas poedeiras de até 20%.

### 5.2.7. SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DA MANDIOCA

São produtos obtidos a partir da trituração das sobras (popularmente conhecida como aparas ou tocos) da raiz da mandioca, por ocasião da sua comercialização (Figura ). São processados visando a sua utilização na alimentação animal. Tal como sucede com a raspa integral de mandioca, estes subprodutos da mandioca são processados para eliminar a sua toxicidade, com origem nos glicosídeos cianogênicos. A casca de mandioca possui ainda um inibidor da fosforilase.

Nos alimentos concentrados para galinhas poedeiras, eles podem substituir integralmente o milho como fonte de energia, desde que sejam suplementadas com pigmentos naturais ou sintéticos para melhorar a coloração da gema dos ovos.

### 5.2.8. BANANA (CASCA)

A produção de banana encontrada muito disseminada pelo mundo. Nas regiões tropicais e subtropicais, as condições ambientais são particularmente favoráveis ao cultivo de *Musa acuminata*. A banana é rica em macro-elementos e fito-nutrientes como: fibra, amido de digestibilidade rápida e lenta, proteínas, lípidos e componentes fenólicos. A composição bioquímica (g/100 g) da casca de banana desidratada é de: proteína – 10,44 ± 0,38 g, hidratos de carbono – 43,4 ± 0,05 g, lípidos – 8,4 ± 1,15 g, fibra – 11,81 ± 0,06 g e cinzas – 12,45 ± 0,38 g.

A casca de banana preta indica que o seu conteúdo em amido se converteu em açúcares intermediários – frutose, sacarose e glicose. Ao que tudo indica, a incorporação de casca de banana na dieta das aves eleva o aporte de nutrientes e de energia, favorecendo o crescimento, o desenvolvimento geral e o desempenho sexual. A alimentação das aves baseada na distribuição de folhas e de casca de banana tem de ser suplementada com aminoácidos e minerais, uma vez que eles estão presentes em quantidades diminutas na maior parte das variantes de *Musa acuminata*.

Nas aves, a inclusão de casca de banana, até 10% da dieta, melhora a ingestão voluntária de alimentos, reduz a taxa de conversão alimentar e, conseqüentemente, aumenta o crescimento, as características das carcaças e a qualidade dos ovos e diminui os custos de alimentação. Percentagens superiores (30-35%) determinam uma redução significativa na ingestão voluntária de alimentos, no peso dos frangos e na qualidade da sua carne. Este facto está relacionado com a presença de taninos na casca da banana.

### 5.2.9. CHICÓRIA

A chicória é uma planta herbácea da família Asteraceae. É rica em micronutrientes como: proteínas, hidratos de carbono, vitaminas e sais minerais.

A forragem de chicória é considerada um ingrediente de grande qualidade na alimentação de frangos de carne, uma vez que é rica em fibra e sais minerais e melhora a palatabilidade do alimento concentrado. Esta fibra ajuda a desenvolver o tracto digestivo superior. O seu conteúdo em PNA eleva fortemente a utilização dos alimentos. Conseqüentemente, a incorporação de chicória no alimento concentrado aumenta a ingestão voluntária, baixa a taxa de conversão alimentar e eleva o crescimento das aves.

### 5.2.10. MANGA (CASCA E CAROÇO)

O perfil bioquímico do caroço de manga é de 58-80% de hidratos de carbono, 6-13% de proteína e 6-16% de lípidos. O óleo do caroço (semente) da manga é muito rico em ácidos linoleico e esteárico. A casca da manga é rica em calorías (60 Kcal/100 g de casca). O fruto é rico em fibra, potássio e vitaminas.

O valor nutritivo do fruto da manga é (g/100 g de MS): 14,98 g de hidratos de carbono, 0,82 g de proteína, 0,38 g de lípidos e 1,6 g de fibra. A semente de *Mangifera indica* é rica em importantes compostos bioactivos, incluindo ácidos gordos trans e proteínas.

Nas aves, a semente de manga pode ser suprir o alimento concentrado com hidratos de carbono, proteína e lípidos. Por outro lado, ela mantém as aves saciadas por longos períodos de tempo. Os resíduos da manga promovem ainda um crescimento das aves.

### 5.2.11. MAMÃO/PAPAIA (RESÍDUOS)

O mamão é rico em compostos bioactivos como: ácido ascórbico, carotenos, riboflavina, ferro, cálcio e vitaminas K, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub> e B<sub>6</sub>. As sementes são ricas em aminoácidos. Possui ainda vitamina C, enzimas proteolíticas (papaína e quimiopapaína), alcalóides (carpaína e pseudocarpaína) e isotiocianeto de benzila, este último (extraído da folha do mamoeiro) com bioactividade anti-helmíntica. O latex de mamoeiro (mistura química obtida a partir do mamoeiro) contém 54,9% de PB, 6,28% de extractos de éter, 18,79% de extractos de azoto livre, 4,65% de FB e 5,5% de cinzas. Nos frangos de carne, esta mistura melhora a resposta imunitária, a taxa de sobrevivência, o rendimento de carcaça e a rentabilidade das explorações.

### 5.2.12. ABÓBORA (CASCA E SEMENTES)

A abóbora é rica em fito componentes nutricionais e terapêuticos – proteínas, aminoácidos, polissacáridos e polifenóis. Contém ainda sais minerais – potássio, fósforo, magnésio e zinco. As sementes de abóbora possuem elevados teores de lípidos. Estes lípidos são usados como blocos de construção na biossíntese de ácidos gordos de cadeia longa e de glicerol. Nas células somáticas dos animais, os lípidos desempenham um importante papel na formação de reservas energéticas necessárias, entre outras coisas, à manutenção da temperatura corporal. Por outro lado, as sementes de abóbora contêm uma elevada percentagem de proteína.

A incorporação de resíduos de frutos e de abóbora na alimentação animal é benéfica, porque eles são ricos em antioxidantes fenólicos. Nas aves, estes antioxidantes melhoraram a sua resposta aos processos oxidativos resultantes do stress e de doenças degenerativas. Nos frangos de carne, a incorporação, até 10%, de sementes de abóbora na dieta reduz a deposição excessiva de gordura abdominal, com efeitos positivos sobre a sua capacidade produtiva e a qualidade organoléptica da sua carne. Os frangos de carne alimentados com folhas de aboboreira incorporadas no alimento têm menos colesterol em circulação e menos gordura no coração, na moela e nos músculos. Por outro lado, apresentam uma reduzida taxa de conversão alimentar e um aumento do peso corporal. As dietas enriquecidas com óleo da semente de abóbora baixam a taxa de mortalidade e aumentam o peso corporal dos frangos (2,8%) e a taxa de postura (9,7%/ovos/semana) das galinhas poedeiras.

### 5.2.13. TOMATE (PELE E SEMENTES)

A indústria transformadora do tomate produz dois tipos de subprodutos: material obtido através do processo de pelagem e das sementes. A pele do tomate contém 100,8 g de proteína, 299,4 g de fibra e 256,4 g de cinzas. As sementes possuem 202,3 g de proteína, 537,9 g de fibra e 51,8 g de cinzas. Ambas possuem elevados teores de  $\beta$ -carotenos, de luteína e de cis- $\beta$ -carotenos. Os oxicarotenóides (pigmentos) existentes na pele e nas sementes interferem na cor dos ovos e da pele dos frangos. A sua combinação permite variar a cor destes produtos do amarelo ao avermelhado.

#### 5.2.14. CANA DE AÇÚCAR

A utilização do suco de cana de açúcar, como substituto dos cereais na dieta de frangos de carne e de galinhas poedeiras, é fortemente limitada pelas dificuldades físicas que estes animais apresentam na ingestão de um líquido de baixa densidade e pelo stress causado pelos seus salpicos sobre as penas e que promovem o canibalismo. Raramente, as taxas de crescimento excedem os 60-70% do potencial genético. Nas galinhas poedeiras, em particular nas variedades pesadas de dupla aptidão, a substituição dos cereais por suco de cana de açúcar permite-lhes terminar o ciclo de postura, mas com uma redução significativa da taxa de postura – 65%.

#### 5.2.15. MELAÇO

O melaço é, normalmente, um subproduto das indústrias que produzem açúcar a partir da cana de açúcar e da beterraba. O melaço de beterraba contém 6% de proteína e o de cana de açúcar 3%. Embora seja rico em energia, o melaço é fundamentalmente usado nos alimentos concentrados comerciais para reduzir os seus níveis de pó.

A secagem ao sol de forragens tropicais, especialmente de folhas de cana de açúcar, permite-lhes absorver até duas vezes do seu peso em melaço “B”. O melaço começa por ser diluído em 20% do seu peso em água, depois é misturado com as folhas secas e finalmente a mistura é deixada a secar ao sol durante 48 horas. O produto final contém (em termos de MS): 70% de melaço “B” e 30 % de folhas de cana de açúcar. É fiável e fácil de misturar com outros ingredientes secos. Devido ao seu elevado teor em minerais, a sua utilização está limitada pelo facto de originar fezes muito líquidas, que produzem camas demasiado húmidas. A sua EM é de 2,87 Mcal/kg de MS. É recomendado que a sua utilização não ultrapasse 5-10% da dieta total. Nas galinhas poedeiras, a sua incorporação na dieta, até 40% da dieta total, não diminui a taxa de postura.

#### 5.2.16. FARINHA DE PENAS

A farinha de penas hidrolisada contém um elevado teor de proteína (85%). Relativamente a outras fontes de azoto, o valor comercial desta farinha é reduzido. Na alimentação das aves, o uso de farinha de penas é limitado, uma vez que é pobre em lisina, em metionina, em histidina e em triptofano. A sua utilização não deve exceder os 3-4% da dieta total.

#### 5.2.17. GRÃO-DE-BICO

O grão-de-bico forrageiro é uma leguminosa usada na alimentação animal. A proteína da sua semente contém lisina em quantidades comparáveis à da soja. Porém, tem falta de metionina e de cistina. No grão-de-bico cru existe um inibidor da tripsina, que nas aves causa hipertrofia do pâncreas.

Nos frangos de carne, esta leguminosa pode substituir em 10-30% as fontes tradicionais de energia e de proteína, sem afectar a ingestão voluntária de alimentos e o crescimento.

### 5.2.18. BATATA DOCE

A batata doce é uma planta rústica que pode ser cultivada em solos pobres e degradados e sob variadas condições climáticas. Na verdade, tem um elevado rendimento por hectare. Do ponto de vista nutricional é uma boa alternativa ao milho. Nas pequenas produções avícolas, esta substituição permite reduzir os custos de produção de frangos de carne (convencional ou do campo).

A produção da farinha de batata doce começa com a lavagem, corte grosseiro do tubérculo e secagem ao sol durante 3-4 dias. Posteriormente, os troços secos são moídos de modo a atingir a granulometria adequada à sua inclusão nos alimentos concentrados comerciais. A farinha de batata-doce contém a mesma quantidade ou até mais amido que o milho. O seu amido tem mais amilopectina que amilose e pode ser associado aos PNA (que podem ter efeitos anti-nutricionais).

A farinha de batata doce pode ser incorporada na dieta dos frangos de carne na proporção de até 17%, sem condicionar o seu crescimento e as características de carcaça.

### 5.2.19. TORTA DE SÉSAMO

A torta de sésamo (gergelim) é um subproduto da extracção do óleo que pode ser usado, sem qualquer restrição, na alimentação animal. É rica em proteína (39,8%) e pobre em fibra (4,7%). Quando obtida pelo método Expeller (prensagem dos grãos), ela possui, em média, 8,2% de humidade, 12,8% de óleo, 22,8% de hidratos de carbono e 11,8% de cinzas.

A moagem da torta de sésamo sem óleo produz uma farinha com óptimo aspecto e cor clara. É rica em proteína (63,8%), com aminoácidos do tipo sulfurados (30,8 mg/g proteína). O aminoácido limitante é a lisina (26,08 mg/g proteína). Neste sentido, a farinha de torta de sésamo é utilizada conjuntamente com várias proteínas de origem vegetal ricas em lisina (é o caso das leguminosas).

Nos alimentos concentrados para frangos de carne recomenda-se a substituição do farelo de soja por torta de gergelim em até 50%.

### 5.2.20. POUÇA DE CAJU DESIDRATADO

O fruto de caju é constituído pela castanha (10%) e pelo pseudofruto (90%). Geralmente, o pseudofruto é deixado no campo, após a separação da castanha que tem um elevado valor comercial. Nalgumas regiões do mundo, o pseudofruto é recolhido e processado para produzir bebidas (alcoólicas ou não) e doces. Cada tonelada de pouça de pseudofruto de caju possui aproximadamente 100 kg de resíduo ou bagaço fresco, que, depois de seco ao sol e triturado, pode ser incorporado na dieta. Na verdade, ele contém cerca de 30% de açúcares metabolizáveis.

A composição nutricional do pseudofruto de caju é de aproximadamente 88,70% de MS, 4.320 kcal/kg de EB, 4,2% de extrato etéreo, 14,0% de PB, 12,1% de FB, 0,45% de Ca, 0,3% de P e 1,8% de taninos. Nos alimentos concentrados para aves, os níveis de taninos e de FB constituem a principal limitação ao uso deste subproduto, já que são factores anti-nutricionais que prejudica o consumo e o aproveitamento dos nutrientes.

### 5.2.21. FARELO DE AMENDOIM

O farelo de amendoim é um resíduo sólido rico em proteínas, resultante da extracção do óleo de amendoim inteiro ou partido. A matéria-prima provém de duas fontes: do amendoim que chega à instalação de extracção de óleo ainda com casca (para consumo humano) e do amendoim com casca que não cumpre os requisitos para ser usado na alimentação humana, nomeadamente, por estarem descoloridos, murchos ou simplesmente partidos.

O farelo de amendoim contém cerca de 56,7% de PB. As dietas de frangos de carne e de galinhas poedeiras não devem incluir mais de 8% deste subproduto. No fabrico dos alimentos concentrados é importante adicionar adsorventes de micotoxinas, uma vez que o farelo de amendoim pode estar contaminado com aflatoxinas.

### 5.2.22. INSECTOS E VERMES

Os insectos e os vermes (incluindo larvas e minhocas) são excelentes fontes de proteína que podem ser utilizadas na alimentação das aves. No período seco do ano, estes animais existem naturalmente em número reduzido, devido à falta de humidade no solo. Nesta altura do ano é necessário construir um larvário.

A construção de um larvário para abastecer um galinheiro deve ser feita da seguinte forma:

1. Num terreno próximo do galinheiro deve-se cavar a terra: 1,5 m de largura, por 2,0 m de comprimento e 10 cm de profundidade;
2. Cobrir o terreno cavado com folhas verdes e secas, restolhos e dejectos de animais;
3. Humedecer este material com bastante água e cobri-lo com ramos ou plástico;
4. Regar duas vezes/dia;
5. Cada 3-4 dias destapar o larvário e deixar as galinhas esgravatar e comer as larvas e minhocas;
6. Remover a terra e voltar a cobrir o terreno com folhas verdes e secas, restolhos e dejectos de animais. Regar e tapar de novo;
7. Instalar 2-4 larvários, para que cada um possa ser destapado cada 2 dias.



**FIGURA 5.11** – Diferentes fases da construção de um larvário (Segundo López, 2005).

## 6. SUPLEMENTOS E ADITIVOS

Na maioria dos casos, os alimentos concentrados comerciais não satisfazem a totalidade das necessidades nutricionais das aves. Certas vitaminas, minerais e outros ingredientes devem se adicionados à dieta.

A composição dos alimentos concentrados comerciais condiciona a ingestão voluntária de alimentos. Assim, por exemplo, a sua palatabilidade pode ser melhorada através da incorporação de alguns aditivos. Esta é fundamentalmente condicionada pelas propriedades físicas dos alimentos – aspecto, textura e temperatura – e pelas suas qualidades sensoriais – odor e sabor. Outro factor que afecta fortemente a ingestão voluntária de alimentos é a eficácia digestiva da dieta. A taxa de digestão está directamente relacionada com a quantidade de energia libertada. Neste sentido, um alimento concentrado elaborado com ingredientes de baixa digestibilidade tem de ser ingerido em grandes quantidades, para que os animais possam satisfazer as suas necessidades energéticas. Geralmente, os alimentos concentrados comerciais com baixa ou nenhuma palatabilidade são compostos por ingredientes de baixa digestibilidade, com teores deficitários em aminoácidos e com poeiras. Frequentemente causam distensão abdominal. Consequentemente, eles são ingeridos em quantidades limitadas e têm um impacto negativo sobre a saúde dos animais e a qualidade dos seus produtos finais.

### 6.1. SUPLEMENTOS

Nos alimentos concentrados para aves estão incluídos produtos que não são reconhecidos como matérias-primas, mas que desempenham importantes funções nutricionais. É o caso dos suplementos vitamínicos/minerais. Estes correspondem a pré-misturas (premixes) constituídas por um conjunto de vitaminas e/ou minerais, minuciosamente balanceados, a fim que atender as necessidades nutricionais dos animais (em função da idade, da aptidão produtiva, do sexo, entre outros) (Quadro 5.10).

As pré-misturas podem ser fabricadas, comercializadas e fornecidas aos animais, junta (pré-mistura vitamínica/mineral) ou separadamente (pré-mistura ou suplemento vitamínico e pré-mistura ou suplemento mineral).

**QUADRO 5.10 –** Recomendações técnicas para inclusão de pré-mistura em alimentos concentrados para aves (Cruz e Rufino, 2017)

Categoria da pré-mistura	Componentes	Veículo	Quantidade alimento (kg/tonelada)
Vitamínica	Vitaminas	Farelo de soja, farelo de trigo, casca de arroz moída, óleo mineral	0,25-2,0
Mineral	Macro e micro minerais	Carbonato de cálcio, calcário calcítico	0,5-1,5
Completas	Vitaminas, minerais, aditivos	Farelo de trigo, casca de arroz, carbonato de cálcio, calcário calcítico e caulino	2,0-15,0

## 6.2. ADITIVOS

São todas as substâncias orgânicas, inorgânicas ou sintéticas adicionadas aos alimentos concentrados comerciais com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar as suas propriedades, desde que não prejudiquem o seu valor nutritivo e aumentem o desempenho dos animais. Há ainda que referir que a sua utilização não deve deixar resíduos no produto final prejudiciais ao consumidor.

Os aditivos podem ser classificados em 3 grandes categorias: pró-nutrientes, coadjuvantes de elaboração e profiláticos. Estas (categorias) podem ser divididas em 14 grupos: acidificantes/conservantes, adsorventes, aglutinantes, anticoccidianos, antifúngicos, antioxidantes, aromatizantes/promotores do paladar, corantes/pigmentos, enzimas, prebióticos/probióticos/simbióticos, nucleótidos, nutracêuticos ou alimentos funcionais e promotores do crescimento.

### 6.2.1. PRÓ-NUTRIENTES

São micro ingredientes utilizados na alimentação, fornecidos oralmente aos animais em pequenas quantidades, promovendo e intensificando os valores intrínsecos da mistura de nutrientes presentes no alimento concentrado comercial. Podem ser produtos de origem vegetal ou animal, em estado natural, fresco ou preservado. Podem ainda ser produtos derivados de processamentos industriais. Estes apresentam-se como substâncias orgânicas ou inorgânicas, oferecidas oralmente, isoladamente ou em misturas.

O uso de pró-nutrientes enfatiza a parceria destes com os nutrientes presentes nos alimentos. Estão nesta categoria as enzimas, os prebióticos, os probióticos, os simbióticos, os nucleótidos e os antibióticos promotores do crescimento.

#### 6.2.1.1. ENZIMAS

São proteínas globulares, de estrutura terciária ou quaternária, que actuam como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reacções químicas no organismo, sem serem, elas próprias, alteradas no decurso das mesmas. São altamente específicas para com os substratos e dirigem todos os eventos metabólicos que os envolvem. As enzimas digestivas têm um sítio activo que lhes permite promover a ruptura de uma determinada ligação química, sob condições favoráveis de temperatura, pH e humidade (Figura 5.12).

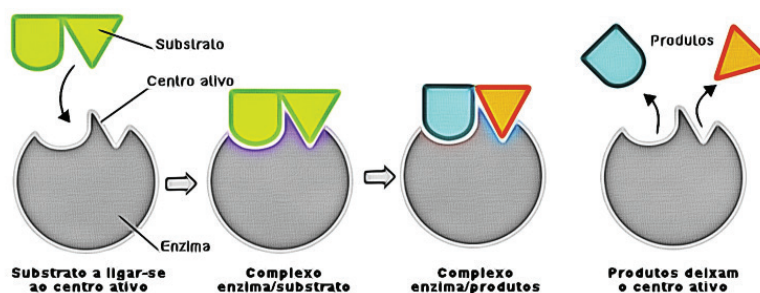


FIGURA 5.12 – Modelo de acção de uma enzima.

Todavia, são poucos os alimentos concentrados comerciais disponíveis que têm incorporadas enzimas. No futuro, esta situação deverá evoluir gradualmente com o desenvolvimento de novas enzimas alimentares ou de novas formas de as administrar. De acordo com a sua finalidade, as enzimas podem ser divididas em dois tipos: enzimas destinadas a complementar quantitativamente as enzimas digestivas endógenas (proteases, amilases, fitases, entre outras) e enzimas que não podem ser sintetizadas pelos animais ( $\beta$ -glucanases, pentosanas e  $\alpha$ -galatósidas) e que podem otimizar os processos metabólicos digestivos.

Nas aves, a suplementação dos alimentos concentrados comerciais com fitase é já uma realidade, visto que reduz os custos de produção com a suplementação de fósforo de origem mineral e diminui a poluição ambiental devido à redução da excreção do fósforo.

Os microrganismos normalmente utilizados na indústria de produção de enzimas para alimentação animal são: bactérias (*Bacillus subtilis*, *Bacillus lentus*, *Bacillus amyloliquifaciens*, *Stearothermophilus*, entre outras), fungos (*Trichoderma longibrachiatum*, *Asperigillus oryzae* e *Asperigillus niger*) e leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*).

#### 6.2.1.2. PREBIÓTICOS

Os prebióticos são ingredientes alimentares digeridos na porção proximal do tracto gastrintestinal dos monogástricos e que lhes proporcionam benefícios por estimularem selectivamente o crescimento e/ou o metabolismo de um grupo limitado de bactérias a nível do cólon, especialmente as do grupo do ácido láctico, como as dos géneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. Outra característica de um prebiótico é que ele não pode ser hidrolisado ou absorvido no intestino delgado, por ser um substrato selectivo para um determinado grupo de bactérias benéficas ou por alterar a microbiota intestinal de forma favorável ao hospedeiro e induzir efeitos sistémicos benéficos no lúmen intestinal. Neste sentido, eles devem servir como substrato a uma ou mais bactérias intestinais benéficas que, por sua vez, serão estimuladas a crescer e/ou a tornarem-se metabolicamente activas. A fermentação microbiana promovida pelos prebióticos leva à produção de ácidos gordos de cadeia curta (Short Chain Fatty Acids; SCFA), particularmente, de acetato, de butirato e de propionato, que estimulam o crescimento de bactérias benéficas. Desta forma, os prebióticos são capazes de alterar a microbiota intestinal de modo favorável à saúde do hospedeiro e induzir efeitos benéficos sistémicos ou no lúmen intestinal.

Alguns prebióticos são hidratos de carbono, proteínas, péptidos e lípidos. Entre os hidratos de carbono, os denominados oligossacáridos (cadeias curtas de polissacarídeos compostos por três a dez açúcares simples ligados entre si) são os que melhor se enquadram na definição e nas características definidoras dos prebióticos. Alguns desses polissacarídeos, como os frutoligosacáridos (FOS), os glucoligosacáridos (GOS) e os mananoligosacáridos (MOS), podem substituir determinados antibióticos de utilização preventiva. Eles estimulam a produtividade, particularmente, nos frangos de carne.

#### 6.2.1.3. PROBIÓTICOS

O conceito moderno de probiótico foi definido, em 1989, por Fuller como “um suplemento alimentar constituído por microrganismos vivos capazes de beneficiar o hospedeiro através do equilíbrio da microbiota intestinal”. Mais tarde, o mesmo autor considerou que, para serem considerados probióticos, os microrganismos devem ser produzidos em larga escala, permanecendo estáveis e viáveis em condições de armazenamento, serem

capazes de sobreviver no ecossistema intestinal e garantir ao organismo os benefícios de sua presença.

O modo de administração dos probióticos é muito variado – adicionado ao alimento concentrado comercial ou à água, pulverizado sobre os animais, inoculados em ovos com embrião, em cápsulas gelatinosas ou por via intra-esofágica –, o que origina uma melhor ou pior capacidade de colonização intestinal por parte das bactérias presentes no produto utilizado.

As principais estirpes bacterianas utilizadas na preparação de probióticos incluem: *Lactobacillus spp*, *Bifidobacterium sp*, *Enterococcus faecium* e *Bacillus spp*. Contudo, ainda não se conhece a composição microbiana ideal de um probiótico. Na verdade, a eficácia do mesmo depende da quantidade e das características das estirpes bacterianas utilizadas e da forma como este é incluído nas dietas.

A ação probiótica é linhagem dependente e os principais mecanismos utilizados por estes microrganismos para favorecer a atividade intestinal são: colonizar e regular a microbiota em disbiose (desequilíbrio), proteger e manter a função da barreira epitelial do intestino, preservando a integridade das *tight junctions* (complexo de proteínas altamente dinâmico, selectivamente permeável, formado dentro de domínios lipídicos), induzir a produção de mucina e de IgA, fortalecer os mecanismos de defesa e proteger o intestino do ambiente externo, aumentar a aderência da mucosa intestinal aos nutrientes, inibindo a aderência de microrganismos patogênicos (exclusão competitiva por nutrientes e sítios de adesão), produzir substâncias antimicrobianas (como bacteriocinas e ácidos láctico e acético), que apresentam potentes efeitos inibidores das bactérias Gram+, produzir e segregar ácidos gordos de cadeia curta (como o acetato, o butirato e o propionato), que apresentam propriedades anti-inflamatórias e que afectam a proliferação e a diferenciação celular.

A importância da suplementação das dietas com probióticos foi potencializada pela proibição do uso de antibióticos (ainda que em doses subterapêuticas) como promotores do crescimento. Nos frangos de carne, os probióticos favorecem o crescimento, melhoram a conversão alimentar, elevam a capacidade antioxidante hepática e modulam a microbiota, elevando a presença de bactérias benéficas em detrimento de bactérias patogênicas. Nas galinhas poedeiras, os probióticos aumentam o tamanho e o peso dos ovos.

#### 6.2.1.4. SIMBIÓTICOS

O aditivo simbiótico corresponde à combinação de prebióticos e de probióticos e constitui um conceito mais moderno na utilização de aditivos em dietas animais. Esta associação é considerada uma alternativa interessante, uma vez que melhora a sanidade do intestino delgado e dos cecos dos frangos de carne, através de mecanismos fisiológicos e microbiológicos. A ação simbiótica estabiliza o meio intestinal e aumenta o número de bactérias benéficas produtoras de ácido láctico, o que favorece a eubiose (eu - bem e biose - viver). Com a utilização dessa estratégia, os efeitos isolados tanto dos prebióticos como dos probióticos são potencializados, gerando resultado ainda superiores aos conseguidos através do uso independente de cada um deles.

Nos frangos de carne, os aditivos simbióticos melhoram o ganho médio diário de peso, a taxa de conversão alimentar e o rendimento em carcaça. Por outro lado, eles diminuem a ocorrência de diarreias e reduzem a taxa de mortalidade.

#### 6.2.1.5. NUCLEÓTIDOS

São substâncias compostas por uma base azotada (base púrica ou pirimidínica), um fosfato e uma pentose (ribose ou desoxirribose). O radical fosfato dos nucleótidos pode ser removido por hidrólise parcial, dando origem a compostos denominados de nucleósidos. Quanto presentes na dieta, eles são ingeridos principalmente como núcleo-proteínas derivadas do material nuclear.

Nas aves, os nucleótidos podem melhorar a resposta imunitária, promover o aumento da altura das vilosidades intestinais, com o conseqüente aumento da absorção dos nutrientes, e prevenir possíveis efeitos negativos da dieta sobre a estrutura do intestino, evitando-se, assim, quebras de desempenho. Vale a pena salientar que a suplementação com nucleótidos é especialmente importante no desenvolvimento de tecidos com rápido *turnover* celular, particularmente quando a capacidade endógena de síntese não é suficiente para responder às situações de maior exigência, como acontece nos períodos de rápido crescimento e após algumas agressões ao organismo (doenças ou traumas).

#### 6.2.1.6. ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO

De um modo geral, os antibióticos podem ser definidos como produtos do metabolismo microbiano capazes de eliminar ou de inibir o crescimento de outros microrganismos, sendo eficazes em baixas concentrações. Actualmente são conhecidos mais de 5.000 antibióticos, dos quais, sensivelmente, 75% são produzidos pelo género *Streptomyces*.

Os antibióticos utilizados na produção animal podem ser classificados em três categorias de dosagem: terapêutica, usada no tratamento de doenças diagnosticadas, com dosagens acima da concentração inibidora mínima (CIM), profiláctica, apenas para controlo e combate a possíveis infecções microbianas, utilizando dosagens cerca de 50% ou menos inferiores às das doses terapêuticas (devendo atingir a CIM), e promotora do crescimento.

Fisiologicamente, os antibióticos promotores do crescimento diferem dos antibióticos de uso terapêutico por terem um amplo espectro de acção sobre as bactérias Gram+ e uma baixa taxa de absorção a nível intestinal. Consequentemente, o efeito primário dos antibióticos promotores do crescimento, quando em contacto com o tracto gastrointestinal, é controlar o número de bactérias indesejáveis, alterando assim o equilíbrio da microflora gastrintestinal e favorecendo a presença de bactérias favoráveis e/ou reduzindo o número total de bactérias, particularmente das Gram+.

Ao longo de várias décadas, os antibióticos promotores do crescimento foram usados para melhorar o desempenho produtivo dos animais. Todavia, o seu uso tem sido visto como um factor de risco para a saúde humana, particularmente devido à presença de resíduos na carne e nos ovos e à indução de resistência cruzada com bactérias patogénicas nos seres humanos.

#### 6.2.2. COADJUVANTES DE ELABORAÇÃO

São micro ingredientes ou preparações que têm efeito sobre as características físicas dos alimentos, modificando, por exemplo, a cor, o odor, o estado de conservação, a consistência (granulado, extrudidos ou micronizados), entre outras. Geralmente, eles melhoram a conservação dos ingredientes e o processo industrial, protegem os alimentos durante o processo de elaboração e de armazenamento dos alimentos concentrados comerciais e

favorecem o seu consumo por parte dos animais, mantendo e preservando as suas características físicas e organolépticas intactas.

Enquadram-se nesta categoria os acidificantes/conservantes, os adsorventes, os aglutinantes, os antioxidantes, os corantes, os pigmentos, os aromatizantes e os promotores do paladar.

#### 6.2.2.1. ACIDIFICANTES/CONSERVANTES

São microrganismos que formam colónias ou substâncias químicas (orgânicas ou inorgânicas) que quando administrados aos animais afectam positivamente a sua microbiota intestinal ou quando adicionados ao alimento reduzem o pH do tracto digestivo anterior, com o objectivo de facilitar o processo digestivo e de diminuir a quantidade de microrganismos patogénicos presentes no tracto gastrointestinal.

Os acidificantes mais utilizados são os ácidos orgânicos. Eles controlam os entero-patogénicos presentes nas matérias-primas e nos alimentos concentrados comerciais pós-processamento. A sua acção acidificante promove uma melhor digestão dos nutrientes. São usados em alternativa aos antibióticos, porque não deixar resíduos nos produtos de origem animal.

#### 6.2.2.2. ADSORVENTES

São organismos ou substâncias (orgânicas ou inorgânicas) produzidos com o intuito de amenizar possíveis danos causados por micotoxinas no organismo. Nas dietas para animais, elas são usadas para evitar o contacto das micotoxinas com as regiões de absorção do tracto gastrointestinal.

Os adsorventes ligam-se às micotoxinas que passam pelo tracto gastrointestinal antes delas serem absorvidas, evitando assim o aparecimento de complicações. Eles incluem a alumina, os silicatos hidratados de sódio e de cálcio (HSCAS), as zeólitas, as bentonitas, as sílicas específicas e o carvão activado.

#### 6.2.2.3. AGLUTINANTES

São substâncias naturais ou artificiais que auxiliam e aumentam a capacidade de agregação (“granulação”) dos ingredientes, melhorando a qualidade do granulado, aumentando a sua durabilidade, e permitindo a adição de óleos e de gorduras aos produtos prensados. Dois dos aglutinadores mais usados na produção de alimentos concentrados comerciais para aves são o lignosulfonato e o condensado de ureia-formaldeído.

#### 6.2.2.4. ANTIOXIDANTES

São substâncias que visam evitar a auto oxidação dos alimentos, retardando a sua deterioração, a rancificação e a perda de cor devido a reacções oxidativas. A oxidação dos óleos e das gorduras provoca, naturalmente, alterações desagradáveis de odor e de paladar e torna os alimentos menos nutritivos. Além de gorduras, os pigmentos e as vitaminas estão igualmente sujeitos a oxidação, quando em contacto com o ar.

#### 6.2.2.5. CORANTES/PIGMENTOS

São substâncias que conferem ou intensificam a cor de produtos destinados à alimentação animal, possuindo peculiaridades quanto aos seus efeitos. Enquanto os **corantes** são usados para conferir cor a alimentos concentrados comerciais balanceados, os **pigmentos** conferem cor tanto aos alimentos concentrados comerciais como ao produto final (carne e ovos). Estes podem ser naturais, artificiais ou inorgânicos.

#### 6.2.2.6. AROMATIZANTES/PROMOTORES DO PALADAR

Os aromatizantes naturais ou artificiais têm por função conferir aroma às matérias-primas destinadas à alimentação animal, aumentando a sua aceitabilidade e, conseqüentemente, a ingestão voluntária de alimentos. Ao serem incorporados na alimentação animal, eles estimulam a actividade secretora das glândulas e favorecem a digestibilidade dos alimentos. Os promotores do paladar melhoram o paladar dos produtos e estimulam o seu consumo.

### 6.2.3. PROFILÁCTICOS

São micro ingredientes utilizados preventivamente nos alimentos concentrados comerciais para evitar a oxidação e a destruição das vitaminas, o aparecimento de doenças ou de intoxicações resultantes da presença de microrganismos patogénicos (bactérias, fungos, leveduras, protozoários), entre outros factores.

Nesta categoria encontram-se os acidificantes, os adsorventes, os agentes anticoccidios-táticos, os antifúngicos, os antioxidantes e os conservantes.

#### 6.2.3.1. ANTICOCCIDIOSTÁTICOS

O uso de agentes anticoccidios-táticos é uma medida preventiva largamente utilizada na produção avícola. O êxito do produto usado depende, normalmente, dos seus efeitos dentro do organismo do animal, do tempo e da sua correcta utilização, da dose, da época do ano, das interacções sinérgicas ou antagónicas, da resistência dos parasitas ao princípio activo, entre outros factores. Neste sentido, a escolha e a correcta utilização do produto anticoccidios-tático são fundamentais.

Muitos quimioterápicos foram desenvolvidos com o intuito de serem utilizados como anticoccidios-táticos. Porém, a maioria foi considerada tóxica ou pouco eficaz. As excepções são: o amprolium, a nicarbazina, a halofuginona e a diclazuril. Todavia, há que ter em conta a legislação de cada País.

#### 6.2.3.2. ANTIFÚNGICOS

Os antifúngicos são organismos ou substâncias (orgânicas ou inorgânicas) que previnem ou eliminam os fungos presentes nas matérias-primas e nos alimentos concentrados comerciais destinados à alimentação animal. Eles evitam o aparecimento de micotoxinas e as perdas de valor nutritivo.

Alguns dos antifúngicos mais utilizados são o ácido propiónico e os seus sais, o formaldeído, o diacetato de sódio, o ácido sórbico e o violeta de genciana. Todavia, há que ter em conta a legislação de cada País.

## 7. FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS CONCENTRADOS

A alimentação é um dos factores mais importantes na Produção Animal, quer pelos custos que lhe estão associados (70-80% dos custos totais), quer pela resposta produtiva do animal.

A formulação de dietas é simultaneamente uma ciência e uma arte (Figura 5.13). Ela deve traduzir as necessidades nutricionais teóricas em necessidades alimentares reais, ou seja, tem de definir a quantidade de alimentos que deve ser fornecida a um animal no período de 24 horas, de modo a satisfazer as suas necessidades de manutenção (funções vitais), de crescimento, de produção de ovos e reprodutivas. Envolve conhecimentos sobre os animais, os alimentos e os mercados de matérias-primas.

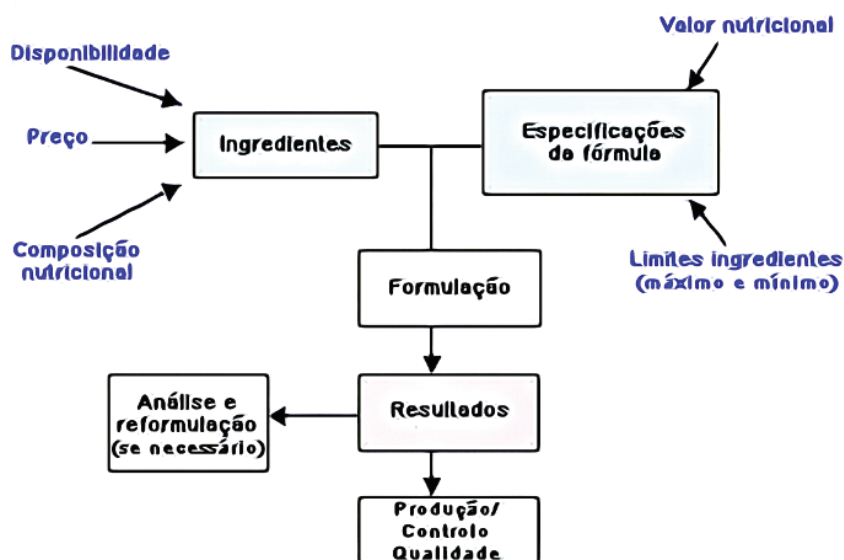


FIGURA 5.13- Processo de formulação de alimento concentrado a baixo custo.

Nas formulações estão normalmente indicadas as quantidades de cada ingrediente que deve ser adicionado e a concentração de nutrientes (composição). Esta última indica, normalmente, o valor energético, em EM (Kcal ou MJ EM/kg), o teor em PB e em aminoácidos digestíveis e a concentração em diferentes minerais. Os aminoácidos digestíveis incluem, para além dos principais aminoácidos limitantes, a metionina (aptidão carne) e/ou a lisina (aptidão ovos) e a maioria dos demais 8 aminoácidos essenciais (treonina, triptofano, arginina, isoleucina, leucina, histidina, fenilalanina e valina).

As aves alimentadas ad libitum tendem a ingerir a quantidade de alimentos necessária à satisfação das suas necessidades energéticas. Na verdade, o teor em energia da dieta condiciona a ingestão voluntária de alimentos. Quando as dietas são pobres em energia, as aves tendem a consumir maior quantidade de alimentos. Pelo contrário, quando as dietas são ricas em energia, a quantidade de alimento ingerido tende a ser menor. Neste sentido, a quantidade dos vários nutrientes presentes na dieta tem de ser ajustada, de modo a garantir que as aves ingerem a quantidade necessária dos mesmos.

Na alimentação animal, particularmente na dos monogástricos, a suplementação proteica é verdadeiramente crítica. A proteína é um dos componentes mais caros da dieta. As

proteínas usadas na alimentação das aves podem ter origem animal ou vegetal. A primeira é considerada de qualidade superior devido, fundamentalmente, ao seu elevado conteúdo em aminoácidos essenciais. Por outro lado, algumas proteínas vegetais têm de ser devidamente processadas para se melhorar o seu valor nutricional.

A melhor dieta é a que permite satisfazer as necessidades nutricionais dos animais, a menor custo. Fórmulas matemáticas são usadas para determinar a quantidade de cada ingrediente que deve ser adicionado à dieta. Quando o número de ingredientes é limitado, a fórmula é simples. Quando o número de ingredientes disponíveis (em diferentes quantidades e a diferentes custos) é elevado, a fórmula é necessariamente complexa.

A qualidade da dieta depende da sua composição, digestibilidade, saúde do tracto digestivo do animal e apresentação (cor, odor, palatabilidade, forma e tamanho das partículas). Algumas das características de apresentação (cor, odor e tamanho das partículas) são particularmente valorizadas pelos compradores (e não tanto pelos animais).

Na nutrição das aves podem ser utilizadas diversas estratégias para melhorar os alimentos concentrados comerciais – alterar a fórmula ou o processo de fabrico.

## 7.1. PROCEDIMENTOS PARA A FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS CONCENTRADOS

A formulação de alimentos concentrados comerciais pode ser vista como a mecânica que transforma os princípios teóricos da nutrição animal em prática aplicada. Os alimentos concentrados comerciais são formulados com o objectivo de satisfazer todas as necessidades nutricionais dos animais, bem como os requisitos do produto final. A formulação de alimentos concentrados deve incluir os seguintes passos:

**Caracterização dos animais:** esta deve ser feita tendo em conta a espécie, a raça, a estirpe, a linha, a idade, o peso vivo, o tamanho, o sexo (macho e fêmea), o estado sanitário, a aptidão produtiva (carne, ovos ou reprodução), o grau de melhoramento genético (baixo, médio ou alto), as condições ambientais, entre outras;

**Necessidades nutricionais:** é importante conhecer as necessidades nutricionais dos animais em termos energéticos, proteicos, de cálcio, de fósforo, entre outras, tendo em conta as características do animal. Recomenda-se sempre o uso de tabelas padronizadas – *National Research Council (NRC)*, *Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)*, tabelas brasileiras para aves, entre outras – ou publicações resultantes de investigação/experimentação científica, com dados organizados de forma a possibilitar a sua aplicação na formulação dos alimentos concentrados comerciais. É fortemente recomendado que o formulador não misture dados de diferentes tabelas;

**Composição química dos alimentos:** deve-se ter sempre em conta a composição química dos alimentos e suas propriedades físico-químicas, a técnica de processamento, a contribuição nutricional dos mesmos para a formulação do alimento concentrado comercial e as características organolépticas inter-relacionadas com a aceitação dos mesmos por parte dos animais;

**Levantamento e quantificação dos alimentos disponíveis:** é importante saber os preços das matérias-primas por unidade de peso, a sua qualidade, a sua disponibilidade para venda e a logística para a sua entrega e armazenamento.

## 7.2. MÉTODOS DE FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS CONCENTRADOS

Na formulação de alimentos concentrados para aves existem quatro métodos de cálculo que permitem definir a composição dos alimentos concentrados comerciais: o quadrado de Pearson, o método algébrico, o método do quadro e a formulação electrónica (computadorizada). Serão aqui abordados apenas os três primeiros métodos, utilizando ajustamentos matemáticos que poderão ser desenvolvidos de outras formas.

### 7.2.1. QUADRADO DE PEARSON

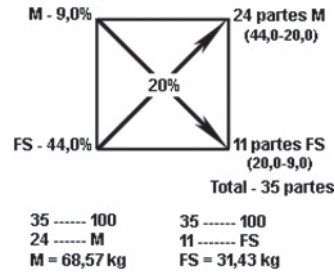
É uma técnica simples e comumente utilizada no cálculo da composição dos alimentos concentrados, sempre que se pretende balancear apenas duas matérias-primas ou misturas de matérias-primas e um nutriente. Este é normalmente a PB. Nesse caso procede-se da seguinte forma: no centro do quadrado coloca-se o teor em proteína da mistura desejada. Nos vértices superior e inferior (à esquerda do quadrado) colocam-se os teores em proteína das duas matérias-primas, salientando-se que não se altera o resultado quando se inverte a posição (de superior para inferior e vice-versa) das matérias-primas. Nos dois vértices do lado direito coloca-se a diferença (em valor absoluto) entre o valor de cada vértice esquerdo e o valor do centro, na extremidade da respectiva diagonal. A diferença colocada no vértice superior direito corresponde à proporção (partes) de matéria-prima correspondente ao vértice inferior esquerdo, que deve ser misturada à outra constante no vértice direito inferior, obtendo-se um total correspondente à soma das duas matérias-primas, contendo o teor desejado em nutriente.

Eis alguns cuidados a ter na aplicação deste método:

- 1) Só podem ser usados dois alimentos ou dois grupos de alimentos previamente misturados;
- 2) Usar, preferencialmente, um alimento proteico e outro energético;
- 3) O teor em proteína escolhido para a mistura tem de estar compreendido entre os teores em proteína dos dois alimentos;
- 4) Os dados à esquerda e no centro do quadrado devem ser apresentados em percentagem ou estarem na mesma unidade;
- 5) A diferença calculada no sentido das diagonais deve ser sempre em valor absoluto, ou seja, subtrair ao valor maior o valor menor.

**Exemplo 1:** duas matérias-primas (milho e farelo de soja) e um nutriente (PB) – cálculo simples.

Deseja-se elaborar uma mistura de 100 kg, com uma exigência de 20% de PB, utilizando-se milho (M; 9% PB) e farelo de soja (FS; 44% PB).



Os cálculos indicam que deviam ser adicionados 68,57 kg de milho e 31,43 kg de farelo de soja para se conseguirem cumprir os 20% de PB.

**Exemplo 2:** duas matérias-primas (milho e farelo de soja) e um nutriente (PB) – cálculo complementar.

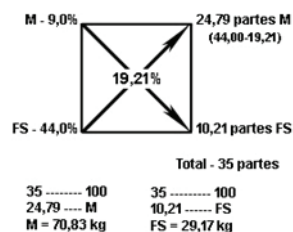
Após um cálculo preliminar, verificou-se que um alimento concentrado comercial apresentava um *deficit* de 90,54 kg e 17,4% PB, a serem complementados com a inclusão de milho (M; 9% PB) e de farelo de soja (FS; 44% PB). Sendo assim, deseja-se calcular a contribuição destes dois ingredientes para o atendimento das necessidades em proteína.

Como o Quadrado de Pearson só permite realizar cálculos com base nos 100% há que realizar previamente o seguinte ajustamento para que as necessidades em proteína sejam devidamente atendidas.

$$\begin{array}{r} 17,40 \quad - \quad - \quad - \quad - \quad 90,54 \\ \text{PB} \quad - \quad - \quad - \quad - \quad 100,00 \end{array}$$

$$\text{PB} = \frac{17,40 \times 100,00}{90,54} = 19,21\%$$

Este valor (19,21%) deve agora ser utilizado no Quadrado de Pearson:



Finalmente há que determinar as quantidades de milho e de farelo de soja a utilizar (peso em *deficit* – 90,54 kg):

$$\begin{array}{r} 90,54 \text{ - - - - - } 100 \\ M \text{ - - - - - } 70,83 \end{array}$$

$$M = \frac{70,83 \times 90,54}{100} = 64,13 \text{ kg}$$

$$\begin{array}{r} 90,54 \text{ - - - - - } 100 \\ FS \text{ - - - - - } 29,17 \end{array}$$

$$FS = \frac{29,17 \times 90,54}{100} = 26,41 \text{ kg}$$

Os cálculos podem ser conferidos através da Prova do Cálculo:

Ingredientes	Quantidade ingredientes (kg)	Valor nutritivo (% PB)	Participação nutrientes (% PB/ingrediente)
Milho	64,13	9	5,78
Farelo soja	26,41	44	11,62
<b>Total</b>	<b>90,54</b>	-	<b>17,40</b>

Participação (%) do milho:

$$\begin{array}{r} 100 \text{ - - - - - } 64,13 \\ 9 \text{ - - - - - } M \end{array}$$

$$M = \frac{9,00 \times 64,13}{100} = 5,78\%$$

Participação (%) do farelo de soja:

$$\begin{array}{r} 100 \text{ - - - - - } 26,41 \\ 44 \text{ - - - - - } FS \end{array}$$

$$FS = \frac{44,00 \times 26,41}{100} = 11,62\%$$

De acordo com os cálculos realizados, teriam de ser adicionados 64,13 kg de milho e 26,41 kg farelo de soja ao alimento concentrado comercial para atender aos 17,4% PB solicitado. A Prova do Cálculo confirma que as proporções estão correctas.

### 7.2.2. MÉTODO ALGÉBRICO (SISTEMAS DE EQUAÇÕES)

As proporções de matérias-primas, para se produzir uma mistura com um certo teor em nutrientes, podem ser calculadas através do estabelecimento de sistemas de equações algébricas. Trata-se de um método simples de cálculo de uma mistura.

**Exemplo 1:** duas matérias-primas (milho e farelo de soja) e 1 nutriente (PB) – cálculo simples.

Formular 100 kg de uma mistura com 18% PB, utilizando milho (9% PB) e farelo de soja (45% PB).

**1º passo:** A quantidade de milho + a quantidade de farelo de soja são iguais a 100 kg de mistura.

$$M + FS = 100 \text{ kg}$$

**2º passo:** A quantidade de PB existente naquela quantidade de milho + a quantidade de PB existente naquela quantidade de farelo de soja são iguais a 18%.

$$9\% M + 45\% FS = 18\%$$

Transformando os teores em PB, de números relativos, para números absolutos, tem-se:

$$\begin{aligned} 9/100 &= 0,09\% \text{ PB de M} \\ 45/100 &= 0,45\% \text{ PB de FS} \end{aligned}$$

Agora podem-se estabelecer as seguintes duas equações:

$$\begin{aligned} M + FS &= 100 \text{ (Equação Total ou Equação 1)} \\ 0,09 M + 0,45 FS &= 18 \text{ (Equação da PB ou Equação 2)} \end{aligned}$$

Igual:

$$\begin{aligned} M &= 100 - FS \\ 0,09 (100 - FS) + 0,45 FS &= 18 \\ 9 - 0,09 FS + 0,45 FS &= 18 \\ 0,36 FS &= 9 \\ FS &= 9/0,36 \\ \mathbf{FS = 25 \text{ kg}} \end{aligned}$$

A quantidade de milho a misturar é:

$$M = 100 - 25 = \mathbf{75 \text{ kg}}$$

A mistura terá 75 kg de milho e 25 kg de farelo de soja.

**Exemplo 2:** três matérias-primas (milho, farelo de soja e farelo de trigo) e 2 nutrientes (PB e EM).

Calcular 100 kg de alimento concentrado para poedeiras com 18% PB e 2.900 Kcal/kg de EM, utilizando-se as seguintes matérias-primas:

Milho (9% PB e 3.400 Kcal/kg EM)  
 Farelo de soja (45% PB e 2.566 Kcal/kg EM)  
 Farelo de trigo (FT; 16% PB e 1.590 Kcal/kg EM)

Transformando os teores de PB, de números relativos, em números absolutos, tem-se:

$9/100 = 0,09\%$  PB de M  
 $45/100 = 0,45\%$  PB de FS  
 $16/100 = 0,16\%$  PB de FT

Agora podem-se estabelecer as seguintes três equações:

$M + FS + FT = 100$  (Equação Total ou Equação 1)  
 $0,09 M + 0,45 FS + 0,16 FT = 18$  (Equação da PB ou Equação 2)  
 $3.400 M + 2.566 FS + 1.590 FT = 2.900 \times 100$  (kg) ou (Equação de energia ou Equação 3)

Para eliminar a matéria-prima milho, agrupam-se as Equações 1 e 2, dando origem à Equação 4:

$0,36 FS = 9 - 0,07 FT$   
 $FS = (9 - 0,07 FT)/0,36$

Para eliminar a matéria-prima milho, agrupam-se as Equações 1 e 3, dando origem à Equação 5:

$834 FS = 50.000 - 1810 FT$   
 $FS = (50.000 - 1.810 FT)/834$

Para eliminar a matéria-prima farelo de soja, agrupam-se as Equações 4 e 5:

$(9 - 0,07 FT)/0,36 = (50.000 - 1.810 FT)/834$   
 $1,976 FT = 34,95$   
**FT = 17,69 kg**

Substituindo FT na Equação 4:

$FS = (9 - 0,07 \times 17,69)/0,36$   
**FS = 21,55 kg**

Substituindo na Equação 1:

$M + 21,55 + 17,69 = 100$   
**M = 60,76 kg**

Os cálculos podem ser conferidos através da Prova do Cálculo:

Ingredientes	Quantidade ingredientes (kg)	Valor nutritivo (% PB)	Participação nutrientes (% PB/ingrediente)
Milho	60,76	9	5,47
Farelo soja	21,55	45	9,70
Farelo trigo	17,69	16	2,83
<b>Total</b>	<b>100</b>	-	<b>18,00</b>

Participação (%) do milho em termos de PB:

$$\begin{array}{r}
 100 - - - - - 60,76 \\
 9 - - - - - M
 \end{array}$$

$$M = \frac{9,00 \times 60,76}{100} = 5,47\%$$

Participação (%) do farelo de soja em termos de PB:

$$\begin{array}{r}
 100 - - - - - 21,55 \\
 45 - - - - - FS
 \end{array}$$

$$FS = \frac{45,00 \times 21,55}{100} = 9,7\%$$

Participação (%) do farelo de trigo em termos de PB:

$$\begin{array}{r}
 100 - - - - - 17,69 \\
 16 - - - - - FT
 \end{array}$$

$$FT = \frac{16,00 \times 17,69}{100} = 2,83\%$$

Os cálculos podem ser conferidos através da Prova do Cálculo:

Ingredientes	Quantidade ingredientes (kg)	Valor nutritivo (Kcal/kg EM)	Participação nutrientes (Kcal/kg EM/ingrediente)
Milho	60,76	3.400	2.065,84
Farelo soja	21,55	2.566	552,97
Farelo trigo	17,69	1.590	281,27
<b>Total</b>	<b>100</b>	-	<b>2.900,08</b>

Participação (Kcal/kg) do milho em termos de EM:

$$\begin{array}{r} 100 - - - - - 60,76 \\ 3.400 - - - - - M \end{array}$$

$$M = \frac{3400 \times 60,76}{100} = 2.065,84 \text{ Kcal/kg}$$

Participação (Kcal/kg) do farelo de soja em termos de EM:

$$\begin{array}{r} 100 - - - - - 21,55 \\ 2.566 - - - - - FS \end{array}$$

$$FS = \frac{2566 \times 21,55}{100} = 552,97 \text{ Kcal/kg}$$

Participação (Kcal/kg) do farelo de trigo em termos de EM:

$$\begin{array}{r} 100 - - - - - 17,69 \\ 1.590 - - - - - FT \end{array}$$

$$FT = \frac{1590 \times 17,69}{100} = 281,27 \text{ Kcal/kg}$$

As matérias-primas (milho, farelo de soja e farelo de trigo) satisfazem as necessidades de 18% de PB e de 2.900 Kcal/kg de EM.

### 7.2.3. MÉTODO DO QUADRO

Neste método é possível formular alimentos concentrados com vários ingredientes e nutrientes. Nos exemplos a seguir apresentados são usados apenas como nutrientes a EM, a PB, o cálcio e o fósforo disponível, ou seja, aqueles que são considerados mais importantes do ponto de vista nutricional.

#### Exemplo 1:

Formular 100 kg de alimento concentrado para galinhas poedeiras com 40 semanas de idade, com 2.700 Kcal/kg de EM, 17% de PB, 3,8% de cálcio e 0,45% de fósforo disponível. Serão utilizadas as seguintes matérias-primas: milho (3.400 Kcal/kg EM e 9% PB), farelo de soja (2.250 Kcal/kg EM e 44% PB), farinha de carne e de ossos (1.930 Kcal/kg EM, 40% PB, 12% cálcio e 5% fósforo disponível), fosfato bicálcico (22% cálcio e 18% de fósforo disponível), calcário calcítico (36% cálcio) e sal comum e Pre-mix Vit/Min (suplemento vitamínico mineral).

#### Observações:

- 1) Neste método de cálculo não se utiliza o fósforo total, mas sim o fósforo disponível (Pd) a partir de fontes de origem vegetal, tendo em conta que as aves apenas conseguem metabolizar 33% do fósforo com esta origem;
- 2) Nas fontes de origem animal, o fósforo disponível (Pd) é igual ao fósforo total;
- 3) Inicialmente fixam-se os ingredientes com menor participação no alimento concentrado e dentro dos limites de utilização (Premix Vit/Min e, na maioria dos casos, o sal comum);
- 4) O fósforo disponível (Pd) é o primeiro nutriente a ser calculado.

#### Passos da Resolução

- 1) Fixar em kg ou em % da farinha de carne e de ossos para o alimento concentrado e verificar a sua contribuição em cada nutriente:

<b>Proteína bruta</b>	<b>Energia metabolizável</b>
40 - - - - - 100	1.930 - - - - - 100
x - - - - - 5	x - - - - - 5
<b>x = 2 kg (ou 5% de 40)</b>	<b>x = 96,50 (ou 5% de 1.930)</b>

<b>Cálcio</b>	<b>Fósforo disponível</b>
12 - - - - - 100	5 - - - - - 100
x - - - - - 5	x - - - - - 5
<b>x = 0,60 kg (ou 5% de 12)</b>	<b>x = 0,25 kg (ou 5% de 5)</b>

- 2) Utilizar o fosfato bicálcico para satisfazer as restantes necessidades de fósforo disponível (Pd).

0,45 - 0,25 = 0,20 kg (*deficit* de Pd a ser completado com fosfato bicálcico)

18 - - - - - 100
0,20 - - - - - x

**x = 1,11 kg de fosfato bicálcico serão utilizados para completar o Pd.**

Contribuição de cálcio do fosfato bicálcico:

22 - - - - - 100
x - - - - - 1,11

**x = 0,24 kg de Ca será a contribuição do fosfato bicálcico para o alimento concentrado.**

3) Utilizar o calcário calcítico para atender as restantes necessidades em cálcio.

$$3,80 - 0,60 - 0,24 = 2,96 \text{ (deficit de Ca a ser completado pelo calcário calcítico)}$$

$$\begin{array}{r} 36 \text{ - - - - - } 100 \\ 2,96 \text{ - - - - - } x \end{array}$$

**x = 8,22 kg de fosfato bicálcico serão utilizados para completar o Ca.**

4) Neste caso, fixar o sal comum e o Pre-mix Vit/Min, em 0,35 e 0,5% (quando o cálculo for feito na base 100) ou kg, respectivamente. Logo:

**Sal = 0,35 kg**

**Pre-mix Vit/Min = 0,50 kg**

5) Verificar o subtotal e o *deficit* total do alimento concentrado

**Subtotal** = 5,0 (farinha de carne e de ossos) + 1,11 (fosfato bicálcico) + 8,22 (calcário calcítico) + 0,35 (sal comum) + 0,50 (Premix Vit/Min) = **15,18 kg.**

**Deficit total** = 100,00 - 15,18 = **84,82 kg do alimento concentrado.**

6) Utilizar o milho e o farelo de soja para satisfazer as necessidades em EM e em PB, realizando o cálculo através do método algébrico.

$$M + FS = 84,82 \text{ (Equação Total)}$$

$$0,09 M + 0,44 FS = 15,00 \text{ (Equação da PB)}$$

*Nota: 84,82 = refere-se ao total que falta adicionar ao alimento concentrado;*

*15,00 = refere-se ao deficit para atendimento da proteína.*

Para eliminar a matéria-prima milho, agrupam-se as Equação Total e da PB:

$$M + FS = 84,82$$

$$0,09 M + 0,44 FS = 15,00$$

$$0,09 (84,82 + FS) - 0,44 FS = 15,00$$

$$FS = 7,37/0,35$$

$$\mathbf{FS = 21,06 kg}$$

Logo:

$$M = 84,82 - 21,06$$

$$\mathbf{M = 63,76 kg}$$

Os cálculos podem ser conferidos através da Prova do Cálculo:

Ingredientes	Quantidade ingredientes (kg)	Valor nutritivo (% PB)	Participação nutrientes (% PB/ingrediente)
Milho	63,76	9,00	5,47
Farelo soja	21,06	44,00	9,70
Total	84,82	-	17,01

Participação (%) do milho em termos de PB:

$$\begin{array}{r}
 100 \text{ - - - - - } 63,76 \\
 9 \text{ - - - - - } M \\
 M = \frac{9,00 \times 63,76}{100} = 5,74\%
 \end{array}$$

Participação (%) do farelo de soja em termos de PB:

$$\begin{array}{r}
 100 \text{ - - - - - } 21,06 \\
 44 \text{ - - - - - } FS \\
 FS = \frac{44,00 \times 21,06}{100} = 9,27\%
 \end{array}$$

Ingredientes	Quantidade ingredientes (kg)	Valor nutritivo (Kcal/kg EM)	Participação nutrientes (Kcal/kg EM/ingrediente)
Milho	60,76	3.400	2.167,84
Farelo soja	21,06	2.250	473,85
<b>Total</b>	<b>84,82</b>	-	<b>2.641,69</b>

Participação (Kcal/kg) do milho em termos de EM:

$$\begin{array}{r}
 100 \text{ - - - - - } 63,76 \\
 3.400 \text{ - - - - - } M \\
 M = \frac{3400 \times 63,76}{100} = 2.167,84 \text{ Kcal/kg}
 \end{array}$$

Participação (Kcal/kg) do farelo de soja em termos de EM:

$$\begin{array}{r}
 100 \text{ - - - - - } 21,06 \\
 2.250 \text{ - - - - - } FS \\
 FS = \frac{2250 \times 21,06}{100} = 473,85 \text{ Kcal/kg}
 \end{array}$$

As necessidades nutricionais foram satisfeitas com as matérias-primas escolhidas para elaborar o alimento concentrado – , 2.738,19 Kcal/kg de EM, 17,01% de PB, 3,8% cálcio e 0,45% fósforo disponível.

**Exemplo 2:**

Formular 100 kg de alimento concentrado com 3.400 Kcal/kg de EM, 32% de PB, 0,76% de cálcio e 0,47% de fósforo disponível. Serão utilizadas as seguintes matérias-primas: milho (3.460 Kcal/kg EM e 7,88% PB), farelo de soja (3.425 Kcal/kg EM e 45% PB), farinha de peixe (3.050 Kcal/kg EM, 54% PB, 5,88% cálcio e 2,89% fósforo disponível), fosfato bicálcico (22% cálcio e 18% fósforo disponível), óleo de soja (8.600 Kcal/kg EM), sal comum e Premix Vit/Min (suplemento vitamínico mineral).

**Passos da Resolução**

- 1) Fixar em 8% ou kg de farinha de peixe e verificar a contribuição desta para cada nutriente.

<b>Proteína bruta</b>	<b>Energia metabolizável</b>
54 - - - - - 100	3.050 - - - - - 100
x - - - - - 8	x - - - - - 8
<b>x = 4,32 kg (ou 8% de 54)</b>	<b>x = 244,00 Kcal/kg EM (ou 8% de 3.050)</b>

<b>Cálcio</b>	<b>Fósforo disponível</b>
5,88 - - - - - 100	2,89 - - - - - 100
x - - - - - 8	x - - - - - 8
<b>x = 0,47 kg (ou 8% de 5,88)</b>	<b>x = 0,23 kg (ou 8% de 2,89)</b>

- 2) Utilizar o fosfato bicálcico para satisfazer as restantes necessidades em fósforo disponível (Pd).

0,45 - 0,25 = 0,20 kg (deficit de Pd a ser completado pelo fosfato bicálcico)

18 - - - - - 100
x - - - - - 0,24

**x = 1,33 kg de fosfato bicálcico serão utilizados para completar o Pd.**

Contribuição do cálcio do fosfato bicálcico.

22 - - - - - 100
x - - - - - 1,33

**x = 0,29 kg de Ca será a contribuição do fosfato bicálcico para o alimento concentrado.**

- 3) Fixar em 1,33% (ou kg) de óleo de soja e calcular a sua contribuição energética.

8.600 - - - - - 100
x - - - - - 1,33

**x = 114,38 kg de EM será a contribuição do óleo de soja.**

- 4) Neste caso, fixar o sal comum e o Premix Vit/Min, em 0,35 e 0,5% (quando o cálculo for feito na base 100) ou kg, respectivamente. Logo:

Sal comum = 0,35 kg

Premix Vit/Min = 0,50 kg

- 5) Verificar o sub-total e o deficit total do alimento concentrado:

**Subtotal** = 8,00 (farinha de peixe) + 1,33 (fosfato bicálcico) + 1,33 (óleo de soja) + 0,35 (sal comum) + 0,50 (Premix Vit/Min) = **11,51 kg.**

**Deficit** = 100,00 - 11,51 = **88,49 kg** do alimento concentrado.

6) Utilizar o milho e o farelo de soja para satisfazer as necessidades em EM e em PB, realizando o cálculo através do método algébrico.

$$M + FS = 88,49 \text{ (Equação Total)}$$

$$0,0788 M + 0,45 FS = 27,68 \text{ (Equação da PB)}$$

Nota: 88,49 = refere-se ao total que falta adicionar ao alimento concentrado;

24,68 = refere-se ao deficit para atendimento da proteína.

Para eliminar a matéria-prima milho, agrupam-se as Equação Total e da PB:

$$M + FS = 88,49$$

$$0,0788 M + 0,45 FS = 27,68$$

$$0,0788 (88,49 - FS) + 0,0788 FS = 27,68$$

$$FS = 20,72 / 0,3712$$

$$FS = 55,81 \text{ kg}$$

Logo:

$$M = 88,49 - 55,81$$

$$M = 32,68 \text{ kg}$$

Os cálculos podem ser conferidos através da Prova do Cálculo:

Ingredientes	Quantidade ingredientes (kg)	Valor nutritivo (% PB)	Participação nutrientes (% PB/ingrediente)
Milho	32,68	7,88	2,57
Farelo soja	55,81	45,00	25,11
<b>Total</b>	<b>88,49</b>	-	<b>27,68</b>

Participação (%) do milho em termos de PB:

$$\begin{array}{r} 100 - - - - - 32,68 \\ 7,88 - - - - - M \end{array}$$

$$M = \frac{7,88 \times 32,68}{100} = 2,57\%$$

Participação (%) do farelo de soja em termos de PB:

$$\begin{array}{r} 100 - - - - - 55,81 \\ 45 - - - - - FS \end{array}$$

$$FS = \frac{45,00 \times 55,81}{100} = 25,11\%$$

Ingredientes	Quantidade ingredientes (kg)	Valor nutritivo (Kcal/kg EM)	Participação nutrientes (Kcal/kg EM/ingrediente)
Milho	32,68	3.460	1.130,73
Farelo soja	55,81	3.425	1.911,49
<b>Total</b>	<b>88,49</b>	-	<b>3.042,22</b>

Participação (Kcal/kg) do milho (M) em termos de EM:

$$\begin{array}{r} 100 - - - - - 32,68 \\ 3.460 - - - - - M \end{array}$$

$$M = \frac{3460 \times 32,68}{100} = 1.130,73 \text{ Kcal/kg}$$

Participação (Kcal/kg) do farelo de soja em termos de EM:

$$\begin{array}{r} 100 - - - - - 55,81 \\ 3.425 - - - - - FS \end{array}$$

$$FS = \frac{3425 \times 55,81}{100} = 1.911,49 \text{ Kcal/kg}$$

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achilonu, M., Shale, K., Arthur, G., Naidoo, K. e Mbatha, M., 2018. Review article: Phytochemical benefits of agro-residues as alternative nutritive dietary resource for pig and poultry farming. *Hindawi Journal of Chemistry*, **2018** (article ID 1035071), 15 pp..
- Aho, P.W., 2002. Feed and the poultry industry. In: Commercial chicken meat and egg production, D.D. Bell e W.D. Weaver (Eds), 5ª Edição, Springer Science+Business Media, LLC, Nova Iorque, EUA, 1365 pp..
- Ajila, C.M., Brar, S.K., Verma, M., Tyagi, R.D., Godbout, S. e Valéro, J.R., 2012. Bio-processing of agro-byproducts to animal feed. *Critical Reviews in Biotechnologies*, **32** (4), 382-400.
- Alloui, M.N., Szczurek, W. e Świątkiewicz, S., 2013. The usefulness of prebiotics and probiotics in modern poultry nutrition: a review. *Annals of Animal Science*, **13**, 17-32.
- Amerah, A.M., Rensburg, C.J.V., Plumstead, P.W., Kromm, C. e Dunham, S., 2013. Effect of feeding diets containing a probiotic or antibiotic on broiler performance, intestinal mucosa-associated avian pathogenic *E. coli* and litter water-soluble phosphorus. *Journal Applied Animal Nutrition*, **1**, 1-7.
- Araújo, K.B.S., 2013. Utilização do bagaço de caju desidratado e complexo enzimático na ração para codornas japonesas em postura. UFRN, Macaíba, Brasil, 77 pp..
- Aviagen, 2018. Manual de manejo de matrizes, Ross, 188 pp.. In: [https://pt.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Portuguese/RossPSHandBook2018-PT.pdf](https://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/RossPSHandBook2018-PT.pdf) (Consultado a 20/12/2022)
- Bahule, C.E., Brito, J.A.G.B, Balbino, E.M., Machado, A.C., Batista, S.S., Oliveira, L.S., Silva, T.N.S. e Pereira, J., 2018. Strategies to include sweet potato meal associated with the use of exogenous enzymes, in broiler chicken feed. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, **19** (1), 32-46.
- Barroeta, A.C., Izquierdo, D. e Pérez, J.F., 2014. Manual de avicultura. Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria. Universidade Autònoma de Barcelona, Barcelona, Espanha, 60 pp..
- Batista, V.L., da Silva, T.F., de Jesus, L.C.L., Coelho-Rocha, N.D., Barroso, F.A.L., Tavares, L.M., Azevedo, V., Mancha-Agresti, P. e Drumond, M.M., 2020. Probiotics, prebiotics, Synbiotics, and paraprobiotics as a therapeutic alternative for intestinal mucositis. *Frontiers in Microbiology*, **11**, 544490.
- Bell, D.D., 2002. Anatomy of the chicken. In: Commercial chicken meat and egg production, D.D. Bell e W.D. Weaver (Eds), 5ª Edição, Springer Science+Business Media, LLC, Nova Iorque, EUA, 1365 pp..
- Bellaver, C., 2002. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. In: III Simpósio Brasil Sul de Avicultura, Chapecó, Brasil, 6-22.
- Bowen, T., s/d. Digestive anatomy and physiology of birds. In: Digestive system, Vivo Pathology. <http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/otherspp/birds.html> (Consultado a 20/03/2020)
- Brum, P.A.R. e Albino, L.F.T., 1993. Farinha integral de mandioca na alimentação de frangos de corte, EMBRAPA-CNPSA, CT 199, 2 p.
- BSZM, s/d. Atlas of animal anatomy and histology. Birds. Lobes of the liver and the large gall bladder. In: <http://bszm.elte.hu/anatomy/birds/35f/> (Consultado a 20/04/2020)
- Calvette, Y.M., Maia, G.A., Telles, F.J.S., Monteiro, J.C.S. e Sales, G.S., 1993. Processamento do gergelim (*Sesamum indicum*, L.). *Ciências Agrônômicas*, **24**, 57-62.
- Cancherini, L.C., Junqueira, O.M., Oliveira, M.C., Andreotti, M.O. e Barbosa, M.J.B., 2005. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 22 e 42 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **34** (2), 535-540.
- Cardinal, K.M., J.L.B. e Ribeiro, A.M.L., 2019. Princípios básicos na formulação de rações. *PubVet*, **13** (9), 1-7.
- Carvalho, C.M.C., Fernandes, E.A., Carvalho, A.P. da e Cairres, R.M., 2010. Uso do sorgo na alimentação de frangos de corte. *PUBVET*, **4** (30), 911-916.
- Coon, C.N., 2002a. Digestion and metabolism. In: Commercial chicken meat and egg production, D.D. Bell e W.D. Weaver (Eds), 5ª Edição, Springer Science+Business Media, LLC, Nova Iorque, EUA, 1365 pp..
- Coon, C.N., 2002b. Major feed ingredients: Feed management and analysis. In: Commercial chicken meat and egg production, D.D. Bell e W.D. Weaver (Eds), 5ª Edição, Springer Science+Business Media, LLC, Nova Iorque, EUA, 1365 pp..
- Costa, B.M. da e Costa, M.C.M.M., 2002. Formulação de rações utilizando calculadoras. <http://atividadederural.com.br/artigos/4fc4055dace17.pdf> (Consultado a 09/03/2020)
- Costa, F.G.P., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Gomes, P.C., Toledo, R.S. e Junior, J.G.V., 2001. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia* [online], **30** (5), 1498-1505.
- Cox, C.M. e Dalloul, R.A., 2015. Immunomodulatory role of probiotics in poultry and potential in ovo application. *Benefic Microbes*, **6**, 45-50.
- Cruz, F.G.G. e Rufino, J.P.F., 2017. Formulação e fabricação de rações (aves, suínos e peixes). EDUA – Editora da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil, 102 pp..
- Cuca, M.G. e Ávila, E.G., 1978. Fuente de energía y proteínas para la alimentación de las aves. *Ciencia Veterinaria* **2**, Universidad Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 325-358 p.
- Cuca, M.G., 1963. La alimentación de aves de corral. *Técnicas Pecuarias en México*, **1**, 50-56.
- Daghir, N.J. e Jones, R., 2008. Breeder and hatchery management in hot climates. In: Poultry production in hot climates, N.J. Daghir (Ed), 2ª edição, CAB International, Oxfordshire, RU, 387 pp.
- EMPARN, 2002. Geração e transferência de tecnologia sobre manejo e produção de ave caipira na pequena propriedade rural. Natal, Brasil, 21 p..

- Fernandes, J.I.M., Rorig, A., Gottardo, E.T., Schmidt, J.M., Burin Júnior, A.M. e Fülber, L.M., 2017. Dietas pós-eclosão suplementadas com fontes de gordura e acrescidas de taurina e glicina sobre a morfometria intestinal e o desempenho de frangos de corte de um a 21 dias. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, **69** (1), 198-204.
- Ferreira, M.W., Marques, R.R., Abreu, A.P.N. e Silva, T.R., 2014. Desempenho de frangos caipiras Label Rouge alimentados com farelo de amendoim em substituição parcial ao farelo de soja. *Revista Brasileira de Ciências Veterinárias*, **21** (2), 105-109.
- Freitas, A.B., 2014. Técnicas de formulação: exercícios resolvidos. Universidade de Évora, Évora, Portugal, 40 pp..
- Gillespie, J.R. e Flanders, F.B., 2010. Modern livestock and poultry production. 8ª Edição, Delmar Cengage Learning, Nova Iorque, EUA, 1060 pp..
- Holanda, J.S., Oliveira, A.J. e Ferreira, A.C., 1998. Enriquecimento proteico de pedúnculos de caju. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **33** (5), 787-792.
- Hy-Line, 2020. Management Guide: W36 Commercial Layers. 32 pp.. In: <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/W-36/36%20COM%20ENG.pdf> (Consultado a 09/03/2022)
- López, H., 2005. Con concentrados caseros mejore la alimentación de sus aves y aumente la producción. PESA, Série de divulgação, FAO, SAG e AECL, Tegucigalpa, Honduras, 1-8 pp..
- Melo, A.S., J.P.A.F. de, Oliveira, V.R.M., Dias, F.K.D., Fernandes, R.T.V., Marinho, J.B.M., Souza, R.F. de, Filho, C.A.S., Souza, A.O.V. e Arruda, A.M.V. de, 2016. Formas físicas de utilização de rações para aves. *PubVet*, **10** (2), 173-178.
- Milani, M., Gondim, T.M.S. e Coutinho, D., 2005. Cultura do gergelim. *Circular Técnica*, **83**, 1-10.
- Moore, J., 2017. Give your chicken a full body health check. In: Your chickens. <https://www.yourchickens.co.uk/care-and-advice/give-your-chicken-a-full-body-health-check-1-5235720> (Consultado a 09/03/2020)
- Murrolli, V.D.A., Burbarelli, M.F.C., Polycarpo, G.V., Ribeiro, P.A.P., Moro, M.E.G. e Albuquerque, R., 2014. Prebiotic, probiotic and symbiotic as alternative to antibiotics on the performance and immune response of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, **16**, 279-284
- NRC, 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9ª edição, Subcommittee on Poultry Nutrition, National Research Council, National Academies Press, Washington, EUA, 176 pp..
- Parkhurst, C. e Mountney, G.J., 1988. Poultry meat and egg production. Chapman & Hall, Nova Iorque, EUA, 294 pp..
- Poltryhub, 2020. Digestive system. In: <http://www.poultryhub.org/physiology/body-systems/digestive-system/> (Consultado a 19/04/2020)
- Preston, T.R., 1995. Tropical animal feeding. A manual for research workers. FAO Animal Production and Health Paper 126, Roma, Itália, 220 pp..
- Primo, A.P., 2008. Torta de gergelim na alimentação de frangos de corte. UNIOESTE, Cascavel, Brasil, 59 pp..
- Ramos, L.S., Lopes, J.B., Figueirêdo, A.V., Freitas, A.C., Farias, L.A., Santos, L.S., Silva, H.O., 2006. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **35** (3), 804-810.
- Rehman, A., Arif, M., Sajjad, N., Al-Ghadi, M.Q., Alagawany, M., Abdel-Hack, M.E., Alhimaidi, A.R., Elnesr, S.S., Almutairi, B.O., Amran, R.A. Hussein, E.O.S. e Swelum, A.A., 2020. Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. *Poultry Science*, **99**, 6946-6953.
- Ribeiro, J.C.D., Drumond, M.M., Mancha-Agresti, P., Guimarães, J.P.F., Ferreira D.C., Martins, M.I.A., Murata, P.M.M., Carvalho, A.C. de, Pereira, R.T., Ribeiro Júnior, V., Azevedo, V.A.C. e Naves L.P., 2022. Diets supplemented with probiotics improve the performance of broilers exposed to heat stress from 15 days of age. Probiotics Antimicrobial Proteins [online]. doi: 10.1007/s12602-022-09989-3.
- Ribeiro, V.J., Albino, L.F.T., Rostagno, H.S., Barreto, S.L.T., Hannas, M.I., Harrington, D., Araújo F.A. de, Ferreira, H. C.J. e Ferreira, M.A., 2014. Effects of the dietary supplementation of *Bacillus subtilis* levels on performance, egg quality and excreta moisture of layers. *Animal Feed Science Technology*, **195**, 142-146.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Hannas, M.I., Donzele, H.S., Sakomura, N.K., Perazzo, F.G., Saraiva, A., Teixeira, M.L., Rodrigues, P.B., Oliveira, R.F. de, Barreto, S.L.T. e Brito, C.O., 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4ª Edição, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 488 pp..
- Rowland, H.M., Parker, M.R., Jiang, P., Reed, D.R. e Beauchamp, G.K., 2015. Comparative taste biology with special focus on birds and reptiles. In: Handbook of olfaction and gustation, R.L. Doty (Ed), 3ª Edição, Wiley-Blackwell, Nova Jérsea, EUA, 1240 pp..
- Sakomura, N.V. e Rostagno, H.S., 2007. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. FUNEP, São Paulo, Brasil, 283 pp..
- Sapkota, D., 2020. Feeding of poultry. In: Avian (poultry) production, D. Sapkota, D. Narahari e J.D. Mahanta (Eds), 2ª Edição, New India Publishing Agency, Nova Deli, Índia, 361 pp..
- Scanes, C.G. e Christensen, K.D., 2020. Poultry science. 5ª Edição, Waveland Press, Inc., Long Grove, EUA, 475 pp..
- Sohail, M.U., Ijaz, A., Yonus, M., Shabbir, M.Z., Kamran, Z., Ahmad, S., Anwar, H., Yousaf, M.S., Ashraf, K., Shahzad, A.H. e Rehman, H., 2013. Effect of supplementation of mannan oligosaccharide and probiotic on growth performance, relative weights of viscera, and population of selected intestinal bacteria in cyclic heat-stressed broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, **22**, 485-491.
- Vieira, A.R., Rabello, C.B.V., Mohaupt, M.C., Ludke, M., Dutra Júnior, W.M., Torres, D.M. e Lopes, J.B., 2007. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, **29** (3), 267-275.
- Zhang, F. e Adeola, O., 2016. Energy value of bakery meal and peanut flour meal for broiler chickens determined using the regression method. *Journal of Animal Science*, **94**, 461-462.





**Ianda  
Guiné!**  
Galinhas



Um Programa da União Europeia  
Ação implementada por Mani  
Tese, Asas de Socorro, IMVF  
e UNITO