



# **Nutrição animal**



# **Nutrição animal**

João Paulo Fernandes Santos

© 2016 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.  
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

**Presidente**  
Rodrigo Galindo

**Vice-Presidente Acadêmico de Graduação**  
Mário Ghio Júnior

**Conselho Acadêmico**  
Alberto S. Santana  
Ana Lucia Jankovic Barduchi  
Camila Cardoso Rotella  
Cristiane Lisandra Danna  
Danielly Nunes Andrade Noé  
Emanuel Santana  
Grasiele Aparecida Lourenço  
Lidiane Cristina Vivaldini Olo  
Paulo Heraldo Costa do Valle  
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

**Revisão Técnica**  
Priscila Perez Domingos

**Editorial**  
Adilson Braga Fontes  
André Augusto de Andrade Ramos  
Cristiane Lisandra Danna  
Diogo Ribeiro Garcia  
Emanuel Santana  
Erick Silva Griep  
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

---

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Santos, João Paulo Fernandes  
S655n      Nutrição animal / João Paulo Fernandes Santos  
– Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.  
208 p.

ISBN 978-85-8482-680-3

1. Nutrição animal. 2. Dieta animal. I. Título.  
CDD 636.0852

---

2016  
Editora e Distribuidora Educacional S.A.  
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza  
CEP: 86041-100 — Londrina — PR  
e-mail: [editora.educacional@kroton.com.br](mailto:editora.educacional@kroton.com.br)  
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

# Sumário

<b>Unidade 1   Introdução ao estudo da nutrição e alimentação animal</b>	<b>7</b>
Seção 1.1 - História e conceitos da nutrição animal	9
Seção 1.2 - Importância da água e dos nutrientes na dieta animal	19
Seção 1.3 - Anatomia e fisiologia	31
Seção 1.4 - Mecanismos físicos e fisiológicos	43
<b>Unidade 2   Processos de digestão e digestibilidade dos carboidratos, lipídeos e proteínas e respectivo metabolismo</b>	<b>56</b>
Seção 2.1 - Absorção de carboidratos, lipídios e proteínas	58
Seção 2.2 - Vitaminas e minerais	68
Seção 2.3 - Digestibilidade	78
Seção 2.4 - Degradabilidade	88
<b>Unidade 3   Vitaminas e minerais na nutrição animal</b>	<b>100</b>
Seção 3.1 - Vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis	102
Seção 3.2 - Formulação e avaliação mineral	112
Seção 3.3 - Aditivos	122
Seção 3.4 - Alimentos	132
<b>Unidade 4   Cálculo de ração para ruminantes e monócavitários</b>	<b>144</b>
Seção 4.1 - Métodos	146
Seção 4.2 - Cálculo de ração	162
Seção 4.3 - Manejo no bovino	174
Seção 4.4 - Manejo de cães e de gatos	186



# Palavras do autor

Prezado aluno, seja muito bem-vindo à disciplina de Nutrição Animal do curso de Medicina Veterinária, é um grande prazer tê-lo como leitor de nosso material.

A nutrição animal é o ramo das ciências agrárias que estuda a relação existente entre os alimentos e sua digestibilidade, a biodisponibilidade de nutrientes, as exigências nutricionais dos animais, bem como os efeitos sobre a saúde e a produtividade. Afinal, que termos são esses: digestibilidade, exigências nutricionais e biodisponibilidade? Não fique preocupado, todos eles serão extensivamente trabalhados ao longo da disciplina, já que nosso objetivo é que você compreenda as bases científicas da nutrição animal.

Você deve estar se perguntando: por que estudar nutrição animal? Qual a importância desta disciplina para a minha formação como futuro médico veterinário?

A nutrição é bastante importante tanto em animais de produção como nos animais de companhia, já que no caso dos primeiros, a produtividade e elevação dos índices zootécnicos são almejados pelos profissionais da área, e a nutrição apresenta-se como um dos grandes fatores limitantes, além disso, sabemos que a alimentação dos animais apresenta importante impacto nos custos de produção de proteína de origem animal (suínos, aves, bovinos, dentre outros) e, consequentemente, compreender as formas de reduzir tais custos é extremamente importante para a competitividade da agropecuária nacional.

No caso dos animais de companhia, as grandes preocupações relacionam-se com a saúde em longo prazo e a longevidade. Neste sentido, os profissionais que atuam diretamente ou indiretamente com estes, buscam compreender cada dia mais as particularidades das espécies, ingredientes e aditivos a serem utilizados na formulação das dietas, bem como a relação entre a saúde e os diferentes nutrientes.

Com isso, na disciplina de nutrição animal você irá gradativamente transitar por diferentes temas complementares. Na Unidade 1, será apresentado um breve histórico da nutrição, a definição de termos técnicos, dos nutrientes e noções de anatomia e fisiologia digestiva de ruminantes e monogástricos, o que será bastante importante para os seus próximos passos. Na Unidade 2, você compreenderá os

termos digestibilidade, degradabilidade e a absorção dos nutrientes. Na Unidade 3, iremos aprofundar os conteúdos de vitaminas e minerais, além disso, serão abordados os principais alimentos e aditivos, possibilitando que você seja capaz de formular misturas vitamínicas e minerais para animais, o que é de extrema importância para prover uma nutrição adequada para as diferentes espécies animais. Por fim, na Unidade 4, você reconhecerá os métodos para formulação de alimentos para os animais e diferenciará o manejo alimentar das principais espécies de interesse, como aves, suínos, bovinos (corte e leite), cães e gatos.

Os conhecimentos disponibilizados neste livro são de extrema importância para a sua formação e futura atuação profissional. Muito boa sorte nos seus estudos! Vamos lá?



## Introdução ao estudo da nutrição e alimentação animal

### Convite ao estudo

Caro aluno, vamos iniciar agora o estudo da nutrição animal. De forma generalista, nosso objetivo é que você adquira competência no reconhecimento das bases científicas da nutrição e alimentação animal, mediante o entendimento da fisiologia digestiva correlacionada à natureza e à composição bromatológica e ao metabolismo dos nutrientes, bem como os fundamentos básicos para a formulação de rações.

Ao final da disciplina, você estará capacitado a compreender os processos digestivos das diferentes espécies animais, seu manejo alimentar e suas exigências nutricionais, além da importância dos nutrientes e a formulação adequada de alimentos para os animais domésticos, com enfoque principal em qualidade de vida e longevidade dos animais de companhia e a produção racional de proteína de origem animal, àqueles destinados à produção. A introdução à nutrição animal é o objetivo desta unidade, e as competências gerais são: conhecer a história da nutrição e os principais nutrientes da alimentação animal e aplicar os conceitos da digestibilidade dos alimentos (proporção de alimento que é digerido) e os métodos de formulação e cálculos de exigências nutricionais dos animais.

Para tanto, iremos abordar nesta primeira seção o histórico da nutrição animal no mundo, ou seja, como tudo se iniciou e evoluiu. Em um segundo momento, serão apresentados os principais conceitos e nomenclaturas utilizados na nutrição animal, o que será muito importante para que possamos prosseguir com nosso conteúdo nas próximas seções! Vamos lá, iniciar os nossos estudos em nutrição animal?

No curso superior de graduação em Medicina Veterinária, na disciplina de Nutrição Animal, o professor solicitou uma atividade para os alunos na aula de “histórico e objetivos da nutrição; conceitos e nomenclaturas; nutrientes utilizados nas dietas” que consistia em uma avaliação individual de seus conhecimentos prévios sobre nutrição animal e aqueles adquiridos após a aula inaugural.

Para esse fim, o seguinte caso foi proposto: “Ana, uma engenheira civil de 52 anos de idade, que desde a sua graduação estava empregada em uma grande empresa do ramo de construção, foi demitida após alguns cortes realizados na empresa. Como Ana ainda não possuía aposentadoria, resolveu se aventurar em um novo negócio em sua cidade abrindo, assim, uma casa agropecuária. No entanto, ela não tinha ideia alguma de nutrição animal e sentia-se bastante desconfortável na presença de fornecedores e quando clientes indagavam sobre os produtos destinados à alimentação animal”.

Neste sentido, algumas questões podem ser levantadas, como: será que é importante que os agentes envolvidos direta e indiretamente com animais tenham conhecimento de nutrição animal? Será que Ana não teria maior sucesso se tivesse maior capacitação para assessorar seus clientes? Com isso, após o cenário apresentado, os alunos deverão realizar uma autoavaliação que considere as dificuldades que encontram quando questionados sobre nutrição animal. E após os conceitos básicos descritos nesta aula, há compreensão do que se trata o estudo da nutrição animal, seus conceitos básicos, histórico e quais os nutrientes a serem estudados? É necessário que você realize essa reflexão ao final da aula!

Não se preocupe, todos estes temas serão abordados nesta seção para que você possa resolver e compreender o questionamento da situação. Vamos começar?

Bons estudos!

# Seção 1.1

## História e conceitos da nutrição animal

### Diálogo aberto

Caro aluno, seja bem-vindo à primeira aula deste livro didático!

A partir de agora, vamos abordar sobre o histórico da nutrição animal, seus conceitos e nomenclaturas e os nutrientes que compõem um alimento! Afinal, qual a importância de tudo isso?

Você se lembra o caso hipotético que foi citado no início desta seção, no item *Convite ao estudo*? “Ana, uma engenheira civil de 52 anos de idade, que desde a sua graduação estava empregada em uma grande empresa do ramo de construção, foi demitida após alguns cortes realizados na empresa. Como Ana ainda não possuía aposentadoria, resolveu se aventurar em um novo negócio em sua cidade, abrindo uma casa agropecuária. No entanto, não tinha ideia alguma de nutrição animal e sentia-se bastante desconfortável na presença de fornecedores e quando clientes indagavam sobre os produtos destinados à alimentação animal”. E você, quais as principais dificuldades que encontra quando questionado sobre nutrição animal? Após aprender os conceitos básicos descritos nesta seção, você deverá conseguir compreender de forma mais clara a importância da nutrição para aqueles que desejam atuar direta ou indiretamente com animais, assim como o histórico da nutrição animal, os conceitos, as nomenclaturas e a descrição de cada nutriente.

Retomemos a pergunta inicial, será que há importância em estudar nutrição animal?

A agropecuária apresenta grande importância na economia nacional, com destaque principal para as produções de frango de corte, suínos e bovinos, sendo o Brasil reconhecido internacionalmente como uma grande potência na produção de proteína de origem animal. Neste sentido, sabe-se que fatores como: sanidade, genética, bem-estar, ambiência, reprodução e nutrição são imprescindíveis para aumento dos índices zootécnicos na exploração animal. Mas eu não gosto de animais de produção, meu maior interesse é animais de companhia, eu preciso mesmo conhecer nutrição animal?

A disciplina de nutrição animal é fundamental na formação completa e de excelência

do médico veterinário, sendo considerada de formação profissional. Com isso, torna-se evidente que tanto para os animais de produção como para os de companhia, o estudo dos nutrientes e seus efeitos sobre a saúde são extremamente importantes, já que é possível prevenir e auxiliar no tratamento de diversas afecções clínicas.

Desta forma, no item *Não pode faltar*, iremos abordar os conceitos que são fundamentais para a compreensão da nutrição animal e que serão essenciais para que você possa responder os desafios propostos nesta seção do livro didático, bem como serão de suma importância para que você consiga prosseguir de forma satisfatória na disciplina de Nutrição Animal.

Desejamos que você seja bem-sucedido no desafio proposto!

### Não pode faltar

Conforme discutimos no item *Diálogo aberto*, o Brasil é considerado uma grande potência na produção de proteína de origem animal. Neste sentido, sabe-se que fatores como: sanidade, genética, bem-estar, ambiência, reprodução e nutrição são imprescindíveis para o aumento dos índices zootécnicos na exploração animal. Sendo que dentre tais fatores, a nutrição apresenta o maior impacto sobre os custos de produção (60 - 70%), com isso, conhecer os princípios da nutrição e alimentação das diferentes espécies animais de interesse zootécnico contribui para maior competitividade do setor, com forte impacto sobre o índice de rentabilidade das empresas rurais.

Quando pensamos em animais de companhia, o Brasil se destaca como a segunda maior população mundial de cães, gatos e aves, sendo considerado no ano de 2015 o terceiro colocado no faturamento total do mercado mundial de produtos para animais de companhia, com destaque para *pet food* (alimento para animais de companhia) que correspondeu a pouco mais de 67% do total do faturamento.

Afinal, como os estudos da nutrição animal iniciaram, ou seja, qual o histórico da nutrição animal?

Tudo se iniciou com o estudo da composição dos alimentos pelos químicos, sendo importante destacar Antoine Lavoisier, considerado o pai da nutrição. A partir dos estudos de pesquisadores, pode-se comprovar que os alimentos são compostos por entidades químicas que atuam diretamente no metabolismo celular e são fundamentais para a manutenção da vida, tais substâncias receberam o nome de nutrientes.

Na sequência, houve interesse no estudo da relação existente entre o funcionamento dos diferentes organismos animais e os nutrientes, o que ocorreu principalmente

pelos fisiologistas e permitiu compreender mecanismos de digestão dos alimentos e absorção e metabolismo dos nutrientes. E alimentos, o significa este termo?

Dentre as definições mais aceitas, alimento é a “substância que, consumida por um indivíduo, é capaz de contribuir para assegurar o ciclo regular de sua vida e a sobrevivência da espécie a qual pertence. Uma determinada substância pode ser alimento para um animal ou para uma dada espécie, mas pode deixar de ser alimento para outro animal ou outra espécie. Têm-se ainda que o valor nutritivo de determinado alimento não é característica imutável em si, ela depende da composição da ração, quer dizer, dos outros alimentos que a constituem” (JACQUOT, 1960, p. 963).

Já definimos o que são alimentos e o que são nutrientes, mas afinal quem são estes nutrientes? Os nutrientes são classificados em grupos, de acordo com características químicas e moleculares, sendo eles: proteína, lipídeos, carboidratos estruturais e não estruturais, água, vitaminas e minerais. Contudo, dentro destes grupos existem diversas substâncias que podem ser essenciais, condicionalmente essenciais ou não essenciais para as diferentes espécies animais. Não fique preocupado, na próxima seção você irá conhecer de forma detalhada cada um destes nutrientes, sua importância e classificação.



### Assimile

Os nutrientes são compostos químicos presentes nos alimentos e são considerados substâncias que auxiliam na manutenção da vida dos seres vivos. Neste sentido, reconhecê-los é um exercício extremamente importante para a adequada formulação dos alimentos e atendimento das necessidades nutricionais dos animais.

Muitas pesquisas foram conduzidas para compreender a evolução da descoberta dos nutrientes e de alimentos na manutenção dos animais, sendo observado, por exemplo:

- Entre 1800 e 1890 houve a definição de proteína, carboidratos, lipídeos e do calor, além disso, houve o desenvolvimento da classificação da análise dos alimentos (método de Weende) e da forma da digestão dos alimentos.
- Entre 1900 e 1940 houve a definição dos fatores acessórios dos alimentos, os quais foram posteriormente definidos como vitaminas e sua classificação em hidrossolúveis e lipossolúveis e o descobrimento de outras vitaminas. Pesquisas com vitaminas e minerais e definição da importância dos aminoácidos na nutrição animal.
- Entre 1970 e 1980, uso de aminoácidos sintéticos e desenvolvimento de projetos envolvendo-os, bem como da Tabela Brasileira de Aves e Suínos a partir de 1983 com destaque para Rostagno et al. (2000, 2005 e 2011) pela Universidade Federal de Viçosa.



### Pesquise mais

Você conseguirá maiores informações do histórico da nutrição animal no material *Nutrição e alimentação animal* que apresenta de forma esquemática o histórico da nutrição animal e uma breve demonstração dos principais nutrientes. O material está disponível em: <[http://portais.ufg.br/up/66/o/Nut\\_anim\\_Hist\\_conceitos.pdf](http://portais.ufg.br/up/66/o/Nut_anim_Hist_conceitos.pdf)>. Acesso em: 3 fev. 2016.

Conforme anteriormente citado, é possível observar que um único alimento de forma geral não é completo para fornecer todos os nutrientes de forma quantitativa e equilibrada, então qual a alternativa que temos para que possamos atender estas necessidades?

Para que possamos atender a tais exigências, os nutricionistas lançam mão da formulação de alimentos que são, na realidade, uma mistura de alimentos com diferentes composições nutricionais, ou seja, diferentes perfis nutricionais, para que haja complementação nutricional entre os alimentos, a fim de atender às exigências nutricionais dos animais, ou seja, a quantidade de cada nutriente requerida por determinada espécie animal em uma dada categoria animal ou fase fisiológica, para sua boa manutenção, produção e reprodução eficiente. Para estimar as exigências nutricionais dos animais, diversas técnicas experimentais são empregadas e a partir da compilação dos resultados são geradas tabelas de exigências nutricionais, as quais são disponibilizadas por diversos comitês, por exemplo: *National Research Council* e *The Association of American Feed Control Officials* ou centros de pesquisa, como a Tabela Brasileira de Aves e Suínos, elaborada na Universidade Federal de Viçosa.



### Vocabulário

*National Research Council* em uma tradução livre para o português significa Conselho Nacional de Pesquisa (Academia Nacional Norte-americana de Ciências) de requerimentos nutricionais. Este guia é atualizado em intervalos anuais não equidistantes e é de extrema importância para a atualização dos profissionais da área.

*Association of American Feed Control Officials* em uma tradução livre para o português significa Associação Oficial de Controle de Alimentos Americanos.

A partir destas tabelas, o conjunto de alimentos escolhidos para ser utilizado é minuciosamente avaliado pelos nutricionistas e o teor no alimento se dará em base percentual, o que é conhecido como fórmula nutricional do alimento. Após a emissão deste documento pelo nutricionista, são elaboradas as dietas que são definidas como os componentes de uma ração, ou seja, a mistura de ingredientes será fornecida ao animal.

E qual a importância desta adequada formulação dos alimentos? Caso haja uma deficiência de algum nutriente, os animais apresentarão em mais ou menos tempo, dependendo do nutriente que está deficiente, uma carência nutricional, ou seja, um quadro sintomático ocasionado por tal deficiência. Com isso, torna-se clara a importância do conhecimento das exigências nutricionais dos animais e o conhecimento da composição dos alimentos.

Provavelmente você esteja pensando: "Mas, essa dieta não deveria receber o nome de ração?". Na verdade, a ração é a definição para a quantidade de alimento fornecido e consumido por um animal em um período de 24 horas.



### Refleta

Logo, fica claro que nós formulamos uma dieta e fornecemos para os nossos animais as rações.

Para os animais de companhia, existe uma pequena exceção, as dietas formuladas para eles são classificadas legalmente como alimentos (completos, coadjuvantes ou específicos), os quais serão abordados na nossa última unidade.

Outro termo importante para ser citado ainda são os aditivos, os quais podem estar presentes tanto nas dietas formuladas para animais de companhia como de produção, e são definidos como substância, microrganismos ou produto formulado, que não são utilizados normalmente como ingredientes, tenham ou não valor nutritivo e que melhorem as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais.



### Faça você mesmo

Caro aluno, você pode criar um esquema sequencial para definição de alimentos, aditivos, dietas, rações e nutrientes. Este guia lhe ajudará a reunir os conceitos desta seção de forma clara e bastante proveitosa.

Estamos chegando quase ao final desta seção e talvez você esteja se perguntando como definir de fato a nutrição? De forma simples, a nutrição nada mais é do que a ciência que estuda as exigências nutricionais, visando atender as necessidades em determinados nutrientes, específicos para uma espécie e categoria animal. Neste sentido, é importante destacar a diferença que há entre manejo nutricional e manejo alimentar, já que apesar de parecidos são distintos e muitas vezes são utilizados erroneamente. Enquanto o manejo nutricional visa estudar as exigências nutricionais e suprir suas necessidades, o manejo alimentar relaciona-se às práticas de seleção e preparo dos alimentos, ou seja, à forma de fornecimento.



### Exemplificando

Para facilitar a compreensão do que é manejo nutricional e alimentar, talvez facilite para você ter em mente que quando o médico veterinário descreve que o **manejo nutricional** é adequado, isto quer dizer que a dieta utilizada atende às exigências nutricionais daquele animal que está sendo avaliado, ou seja, o profissional está considerando os teores nutricionais do alimento e as necessidades de cada nutriente para aquela espécie em uma determinada categoria animal ou fase fisiológica. Já quando descreve que o **manejo alimentar** é adequado, está se referindo à forma de fornecimento do alimento, ou seja, à quantidade de alimento e sua distribuição ao longo do dia, por exemplo.

Nos dias atuais, muitas comparações entre espécies e extrapolação de alguns conceitos para as espécies têm sido realizados, principalmente entre seres humanos e animais de companhia, já que em ambas as áreas o intuito da nutrição é basicamente o aumento da longevidade associada à qualidade de vida em longo prazo. Já nos animais de produção, são levados em consideração principalmente índices produtivos, como ganho de peso, peso ao nascer, características de carcaça, conversão alimentar, digestibilidade dos nutrientes, dentre outros.

Nesta seção, você conheceu o histórico da nutrição animal, seus conceitos e nomenclaturas, também teve uma visão macro dos nutrientes. A partir de agora, você já compreende a importância da nutrição para sua formação em medicina veterinária.

Vamos praticar!

### Sem medo de errar

Após o estudo dos conceitos e nomenclaturas empregados na disciplina de Nutrição Animal e apresentação de um breve panorama do desenvolvimento de tal ciência, você já possui capacitação para resolver a situação-problema proposta no início desta seção, em *Diálogo aberto*. Vamos lembrá-la?

Em situação-problema, temos o caso da senhora Ana, uma engenheira civil, que após ser demitida da empresa em que trabalhava por muitos anos, se viu forçada a buscar uma nova alternativa para geração de renda, já que possui certa dificuldade em conseguir um novo emprego. A personagem resolveu então investir em uma casa agropecuária, comercialização de diversos produtos para as diferentes espécies animais, dentre eles, aqueles voltados para a nutrição.

No entanto, Ana possuía bastante dificuldade em compreender conceitos de



nutrição animal e sentia-se bastante desconfortável na presença de fornecedores e quando clientes a indagavam sobre estes produtos.

Neste sentido, foi proposto que você se coloque no lugar de Ana para discorrer sobre as principais dificuldades encontradas quando questionado sobre a temática. E, na sequência, após o estudo desta seção, assistindo à webaula e lendo o material abordado no livro didático, que você realizasse uma análise autocrítica, com objetivo de verificar se você consegue compreender de forma mais clara o histórico da nutrição animal, seus conceitos e nomenclaturas.



### Atenção!

Para realizar a situação-problema proposta, você deve se atentar apenas as questões técnicas relacionadas à disciplina. Dificuldade de negociação, timidez, desconhecimento de produtos comerciais, entre outros, devem ser desconsiderados de sua análise.

Conceitos e nomenclaturas exclusivos da área de nutrição foram apresentados ao longo da seção, alguns deles são comumente utilizados por leigos de forma errônea e outros são conhecidos muito superficialmente, o que dificulta a compreensão do todo. Com isso, agora você já consegue definir com suas palavras muitas coisas e compreender o que é, por exemplo: manejo nutricional e alimentar, nutrientes, alimentos, dieta, ração, digestibilidade, aditivo e exigência nutricional. Caso apresente dificuldades, retome a leitura do item *Não pode faltar*.

Mãos à obra!

## Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu, transferindo seus conhecimentos para uma nova situação-problema que você pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare com a de seus colegas.

### Manejo nutricional e alimentar

#### Descrição da situação-problema

Júlia é uma estudante do curso de Medicina Veterinária e já está no último semestre realizando seu estágio obrigatório. Ela foi aprovada no processo de seleção de um centro de pesquisa em nutrição de cães e gatos e está bastante feliz em iniciar seus estudos. Logo na primeira semana, seu supervisor de estágio pede que a aluna preencha um relatório e nele explique o manejo alimentar e nutricional dos animais,

contudo, Júlia fica bastante apreensiva e não sabe exatamente como proceder, já que para ela os termos são sinônimos e a definição de um deles automaticamente explicaria o outro. Então, resolve buscar auxílio de alguns colegas para entender a diferença entre os termos. Você poderia ajudá-la nesta questão?



### Lembre-se

Para responder esta questão você deve voltar ao item *Não pode faltar* e rever a diferença entre nutrição e alimentação.

### Resolução da situação-problema

Os termos nutrição e alimentação são muitas vezes erroneamente empregados. A nutrição se caracteriza pelo estudo das exigências nutricionais dos animais de uma determinada espécie, categoria/fase fisiológica, visando atender às suas necessidades em determinados nutrientes. Já o manejo alimentar está relacionado ao fornecimento do alimento. No caso proposto, a personagem poderia descrever da seguinte forma:

“O manejo nutricional dos animais do centro de pesquisa é baseado em um alimento completo que atende a todas as exigências nutricionais no que tange aos nutrientes essenciais, para cada fase fisiológica alocada (cães filhotes, adultos e animais em reprodução). O manejo alimentar se baseia no fornecimento do alimento duas vezes ao dia, às 8:00h e às 17:00h, sendo a quantidade de alimento baseada no peso dos animais, com 30 minutos de tempo de exposição ao alimento”.



### Faça você mesmo

Caro aluno, sugerimos que você busque informações do manejo alimentar de algumas espécies animais, como equinos, aves, suínos, bovinos e peixes, e compare as diferenças encontradas com a pesquisa realizada por seus colegas.

### Faça valer a pena!

**1.** O estudo da nutrição se iniciou há muitos anos atrás, sendo marcado por alguns pesquisadores, no entanto, um deles é conhecido como o pai da nutrição, qual o seu nome?

a) Albert Einstein.

- b) George Simpson.
- c) Antoine Lavoisier.
- d) Julio Sant'anna.
- e) Elmer McCollum.

**2.** \_\_\_\_\_: envolve o estudo das exigências nutricionais visando atender às necessidades em determinados nutrientes, específicos para uma espécie e categoria animal.

Assinale a alternativa que completa a lacuna da afirmação:

- a) Nutrição.
- b) Alimentação.
- c) Digestibilidade.
- d) Conversão alimentar.
- e) Fisiologia.

**3.** As vitaminas, minerais e os carboidratos podem ser classificados como:

- a) Alimentos.
- b) Ração.
- c) Dieta.
- d) Nutrientes.
- e) Fatores acessórios.



## Seção 1.2

### Importância da água e dos nutrientes na dieta animal

#### Diálogo aberto

Caro aluno, vamos prosseguir com os estudos de nutrição animal da unidade "Introdução ao estudo da nutrição e alimentação animal"! Você deve se lembrar que na aula inaugural da disciplina nós abordamos o histórico dos estudos de nutrição e os conceitos e nomenclaturas empregados na disciplina. Vamos relembrar algumas coisas?

O estudo de nutrição se baseou nos químicos com a descoberta dos macronutrientes (proteínas, carboidratos, e lipídeos e alguns minerais). A descoberta das vitaminas ocorreu mais tardia, assim como suas funções no metabolismo animal e sua essencialidade para a manutenção da vida. Os estudos que consideram a composição dos alimentos, a forma de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, bem como as exigências nutricionais dos diferentes animais em diferentes fases fisiológicas e/ou categorias, apresentaram grande evolução ao longo dos anos, com desenvolvimento de estratégias nutricionais cada vez mais modernas e economicamente viáveis.

Em relação às nomenclaturas empregadas na nutrição, foi abordada a conceituação de manejo nutricional, alimentar, de alimentos, nutrientes, dieta e ração, bem como os objetivos e as formas de comparação entre dietas para animais de companhia e de produção.

Na seção anterior a nomenclatura dos nutrientes foi apresentada de forma generalista, mas qual a importância de conhecê-los?

Na Seção 1.1 foi apresentado o caso de Ana, uma engenheira civil que resolveu se aventurar montando uma casa agropecuária em sua cidade, no entanto, tanto Ana quanto seus funcionários não possuem nenhum conhecimento de nutrição animal e possuem bastante dificuldade no dia a dia da empresa. Nesta seção, Jorge, um jovem médico veterinário que atua no segmento nutricional na área técnico-comercial de uma empresa voltada para produção de dietas para animais, com grande enfoque na suinocultura, foi encarregado de realizar uma visita ao empreendimento de Ana para realizar um treinamento técnico e apresentação de seus produtos.

Retomemos a pergunta inicial, qual a importância de conhecer os nutrientes, suas

funções e classificação?

Este é um ponto básico para que se possa trabalhar com nutrição animal. Como futuro médico veterinário, você deve conhecer os nutrientes, suas funções e de que forma estão presentes nos alimentos, para que assim possa prosseguir nos estudos mais avançados da nutrição animal. Desta forma, no item *Não pode faltar*, iremos abordar estes conceitos, os quais serão essenciais para que você possa responder o desafio proposto nesta seção do livro didático. Vamos lá!

### Não pode faltar

Como vimos na seção anterior os nutrientes são os compostos químicos que compõem os alimentos e possuem função essencial à vida, já que estão intimamente relacionados com os processos metabólicos do organismo.

Você se lembra de quais são os nutrientes que compõem os alimentos? Para que possamos entender como se dá a classificação dos nutrientes, temos de relembrar um aspecto histórico da aula passada.

Em 1864, foi desenvolvido, por Hennerberg e Stohmann, o método de análise proximal de alimentos na estação experimental de Weende, na Alemanha, o qual recebeu o nome de método de Weende, que é bastante didático e apresenta o alimento de forma bastante simples.

De acordo com o método de Weende, os alimentos se apresentam em base de matéria natural, ou seja, compostos por uma parte de água e a outra seca, a última nomeada de matéria seca. Logo, fica fácil compreender que o alimento em base de matéria natural possui água e todos os demais nutrientes, enquanto que em base seca, excluímos a água, o que torna o parâmetro de comparação entre alimentos mais fidedigno e correto, já que ao comparar alimentos em base de matéria natural as informações ficam bastante discrepantes, pois o teor de água irá variar bastante entre os diferentes alimentos.

Dentro da matéria seca, os alimentos são divididos em duas porções, chamadas de matéria inorgânica e matéria orgânica, sendo que na primeira estão presentes os minerais (macro e microminerais), já na porção orgânica, os demais nutrientes (proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e extrativos não nitrogenados). É importante ressaltar que as vitaminas (componentes orgânicos) não constavam no esquema original de Weende porque não eram conhecidas, como também não são determinadas no processo comum de análises.

De forma bastante simplificada, os alimentos podem ser analisados de forma direta e indireta, sendo considerada de forma direta:

- Umidade: evaporada a 55-65°C e na sequência a 105°C (etapas dependentes do tipo de alimento e seu teor de água).

- Fibra bruta: processo em álcali e ácidos fracos.

- Extrato etéreo: extração da gordura, óleo, ceras e pigmentos em éter.

- Proteína: determinação do nitrogênio total e na sequência há conversão para o teor de proteína, através da relação da conhecida porcentagem de nitrogênio nas proteínas (16%, o que gera um fator de correção de nitrogênio total pelo fator 6,25).

- Cinzas (matéria mineral): incineração da matéria orgânica em mufla a aproximadamente 600°C.

Além destes métodos, existe ainda a possibilidade de determinação indireta do extrativo não nitrogenado, que corresponde à fração de carboidratos de mais fácil digestão. Sua determinação se dá da seguinte forma:  $100 - (\text{umidade} + \text{proteína bruta} + \text{extrato etéreo} + \text{fibra bruta} + \text{cinzas})$ .

É importante destacar que como o método de determinação de fibra bruta acumula alguns erros, como a digestão de hemicelulose, pectina, gomas e parte da celulose, novas metodologias foram propostas, como a fibra em detergente neutro e ácido (VAN SOEST, 1967) e fibra dietética total (PROSKY, 1992).



### Reflita

A fibra bruta é um componente bastante analisado nos alimentos para os animais monogástricos, mas será que temos uma estimativa real do teor de compostos fibrosos com esta análise?

Sugiro que você busque informações em trabalhos científicos que comparem as análises de fibra bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra dietética total (FDT) e verifique qual a diferença em cada uma destas frações.

Conseguiu entender de quais nutrientes os alimentos são compostos? Agora podemos conhecer cada um deles!

### Água

A água é um nutriente essencial para a manutenção da vida e é o componente mais abundante dos organismos animais quando comparado aos demais nutrientes, principalmente nos recém-nascidos, sendo observada uma redução ao avançar da idade.

Diversas funções são atribuídas a água, como: regulação da temperatura corporal; transporte de nutrientes e metabólitos; participação nas reações químicas – proteína, lipídeos e carboidratos; veículo para excreção de compostos nitrogenados (ureia e ácido úrico); homeostase mineral; turgidez celular, além de ser integrante de líquidos orgânicos que possuem ação lubrificante e de proteção.

Como já vimos anteriormente, à água está presente em maior ou menor quantidade no alimento, sendo essa uma das formas de obtenção deste composto, além, claro, da água disponibilizada ao animal. Também há a produção de água durante os processos de oxidação de alguns nutrientes (proteínas, carboidratos e lipídeos), como você deve se lembrar das aulas de bioquímica. De forma geral, a oxidação de lipídeos gera a maior quantidade de água metabólica, contudo, quando estes dados são corrigidos para a energia produzida por cada um dos nutrientes, observa-se que os carboidratos produzem a maior quantidade em base de quilocaloria (kcal).

A perda de água pelo organismo pode ocorrer por algumas vias. Na sua mente, deve ter vindo apenas a água perdida na urina sim, esta é uma das formas de perda de água, mas os organismos animais perdem água de outras formas também, como na respiração, evaporação através da pele, nas fezes e na produção (como exemplo clássico, o leite).



### Pesquise mais

- Você compreendeu a importância da água e os fatores que estão relacionados ao seu consumo? Acesse o material a seguir para obter maiores informações:

Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Agua\\_nutricao\\_000gy2xyyy402wx7ha0b6gs0x27m9uji.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Agua_nutricao_000gy2xyyy402wx7ha0b6gs0x27m9uji.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2016.

- A qualidade da água a ser fornecida aos animais é importante? Sim, diversos fatores devem ser considerados. Leia o material sobre qualidade de água:

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98412/1/Comunicado103.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

Conforme apresentado, os animais possuem diferentes formas de obtenção e perda de água, e seu consumo voluntário pode ser afetado por diferentes fatores, como a ingestão de alimentos, teor de proteína e cloreto de sódio nas dietas, tipo de alimento, taxa de atividade, condições ambientais, temperatura da água disponibilizada aos animais, a espécie e a raça, bem como a qualidade da água.





### Faça você mesmo

Busque a regulamentação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e pesquise os principais pontos que devem ser observados no que tange à qualidade de água para dessedentação de animais.

## Proteína bruta

A proteína bruta é o segundo nutriente mais abundante no organismo e se refere a um conjunto de aminoácidos ligados através de ligações peptídicas. Dentre as funções da proteína bruta para o organismo animal, destacam-se: função estrutural, enzimática, transportadora, hormonal e imunológica, ou seja, são nutrientes essenciais para a vida.

Com relação às unidades funcionais das proteínas, os aminoácidos são classificados de diversas formas, como você deve lembrar das aulas de bioquímica. Todas estas classificações são bastante importantes para o estudo da nutrição animal, no entanto, iremos nos ater neste momento apenas à classificação dos aminoácidos em essenciais, condicionalmente essenciais e não essenciais. O que isso quer dizer? Simples, os aminoácidos essenciais são aqueles que são imprescindíveis na dieta, o organismo não é capaz de sintetizar, enquanto os não essenciais o organismo sintetiza a partir dos demais. Já os condicionalmente essenciais são aqueles que são essenciais em uma dada situação, ou seja, possuem importância em uma fase fisiológica ou em alguma alteração fisiológica ou metabólica específica.

De forma geral, os principais e mais estudados aminoácidos são: lisina, metionina, cisteína, fenilalanina, tirosina, arginina, leucina, isoleucina, valina, histidina, triptofano, treonina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina, prolina, serina, asparagina, ácido glutâmico e alanina. Como discutido na seção anterior, os animais apresentam exigência nutricional diferente de acordo com a espécie e categoria, por exemplo, podemos citar um frango de corte na fase inicial e um felino. Ambos necessitam de lisina, metionina, treonina, triptofano, arginina, valina, leucina, isoleucina, histidina e fenilalanina, no entanto, nos gatos há essencialidade da taurina e nas aves da glicina + serina.

É importante destacar ainda que, além da presença destes aminoácidos na dieta dos animais, devemos nos atentar também à relação entre os mesmos, para que não haja desbalanços nutricionais, pois a falta ou o excesso de um único aminoácido, em relação com os demais, desencadeará desaminação aminoacídica e formação sub-ótima de proteína. Desta forma, nota-se que a avaliação única e exclusiva do teor de proteína bruta na dieta não nos diz muita coisa, é importante que seja levado em consideração o perfil de aminoácidos na dieta, já que os animais monogástricos não necessitam de proteína por si e sim de aminoácidos, sendo importante nos atentar

a este perfil e o fornecimento de nitrogênio para a manutenção do balanço de nitrogênio positivo, o que terá relação direta com o status imunológico, por exemplo. Com isso, na avaliação de um ingrediente consideramos o termo valor biológico da proteína, que corresponde à presença de aminoácidos essenciais, à relação entre estes aminoácidos e a sua absorção, que na prática pode ser definida como a porcentagem de nitrogênio retido pelo animal.



### Assimile

Na avaliação da proteína bruta de um determinado ingrediente e/ou dieta não podemos apenas pensar no seu teor no alimento, devemos levar em consideração a sua digestibilidade, perfil de aminoácidos, principalmente aminoácidos essenciais, bem como a relação quantitativa entre estes.

Em algumas espécies, as pesquisas já estão bastante avançadas, como nas aves e nos suínos, nos quais se trabalha com o conceito de proteína ideal, que é a relação perfeita entre aminoácidos para que não haja excesso ou falta, o que é possível através do uso de aminoácidos sintéticos que possibilitam redução do teor proteico da dieta, do impacto ambiental (pela excreção de nitrogênio) e otimização dos custos. Em ruminantes, o conceito é um pouco diferente, já que há preocupação no fornecimento de nitrogênio para a multiplicação da população microbiana presente no rúmen e consequentemente maximização da produção de proteína microbiana, que é uma fonte proteica de excelente qualidade para o hospedeiro.

## Lipídeos

Os lipídeos são conhecidos como as principais fontes energéticas das dietas, pois produzem cerca de 2,25 vezes mais energia que as proteínas e os carboidratos, além disso, possuem elevada palatabilidade. Contudo, além de sua função energética, os lipídeos possuem outras importantes funções, como: isolamento térmico e proteção dos órgãos vitais, componentes estruturais, absorção e transporte de vitaminas lipossolúveis, precursores de sais biliares e hormônios esteroides, proteção da pele, a perda excessiva de água e fonte de ácidos graxos essenciais.

As unidades funcionais dos lipídeos são os ácidos graxos, os quais podem ser classificados de diversas formas, em relação ao tamanho da cadeia (longa, média e curta), a saturação por hidrogênio (saturados, monoinsaturados e poliinsaturados) e, por fim, da mesma forma que os aminoácidos, de acordo com a essencialidade do mesmo.

Os ácidos graxos essenciais são os da série ômega 3 e 6, seus precursores e os

produtos finais, destacando na série ômega 6 o ácido linoleico como precursor e o ácido araquidônico como o produto, já na série ômega 3 tem-se o ácido linolênico (ou alfa linolênico) como precursor e os ácidos EPA (eicosapentaenoico) e DHA (docosahexaenoico) como produtos. Estes ácidos graxos são importantes na regulação da resposta inflamatória, sendo o ácido araquidônico pró-inflamatório e os da série ômega 3 (EPA e DHA) antiinflamatórios.

É importante destacar que os mamíferos de forma geral possuem capacidade de sintetizar ácido araquidônico, EPA e DHA a partir dos seus precursores, sendo os felinos uma exceção, que por apresentarem uma deficiência enzimática necessitam destes ácidos formados em sua dieta.

## Carboidratos

De forma bastante generalista, os carboidratos são compostos por carbono, hidrogênio e oxigênio, com uma fórmula empírica de  $(CH_2O)_n$ , o que gerou o nome de hidrato de carbono. No entanto, é importante destacar que existem carboidratos que possuem fósforo, nitrogênio e enxofre em sua composição.

Os carboidratos são compostos presentes em elevada concentração nos vegetais, nos quais perfazem em média 75% de seu peso total, já nos animais sua reserva é bastante escassa, estando presente na forma de glicogênio.

De forma semelhante aos demais nutrientes, os carboidratos podem ser classificados de diferentes formas. Em relação ao tamanho das moléculas temos os monossacarídeos (arabinose, xilose, ribose, glicose, frutose, manose e galactose), dissacarídeos (sacarose, maltose, lactose, celobiose e trealose), trissacarídeos e tetrassacarídeos (rafinose e estaquinose) e os polissacarídeos (amido, glicogênio, celulose, hemicelulose e substâncias pécnicas).

Os carboidratos podem ainda ser classificados em dois grandes grupos, os carboidratos não estruturais e os estruturais. Os não estruturais são aqueles que são utilizados como reserva energética pelos vegetais, ou seja, o amido e os açúcares que possuem como função principal o fornecimento de energia para os animais, além disso, o amido é um importante componente no processamento de alimentos extrusados (forma, textura, dureza e densidade). Já os estruturais, ou fibras, não podem ser digeridos pelas enzimas dos animais e compõem a fibra do alimento, como a lignina, celulose, hemicelulose, gomas e pectinas, estes compostos têm como principal função nos animais monogástricos a formação do bolo fecal, motilidade intestinal, saúde intestinal, dentre outras.

As enzimas produzidas pelos animais são capazes apenas de atacar as ligações do tipo alfa, as quais estão presentes no amido (amilose e amilopectina) e no glicogênio,

enquanto a celulose, hemicelulose, gomas e pectina possuem ligações do tipo beta, ou seja, não são capazes de serem degradadas pelas enzimas animais, e com isso não sofrem processo de digestão. É importante destacar, no entanto, que os microrganismos presentes no trato gastrointestinal dos animais possuem capacidade de degradar estas ligações do tipo beta, formando compostos (por exemplo: ácidos graxos de cadeia curta) que podem ser aproveitados pelos animais. Tal capacidade é bastante importante principalmente para os animais ruminantes, pois estes conseguem aproveitá-los indiretamente de forma bastante eficiente. Não se preocupe, iremos ver esta questão mais detalhada nos próximos módulos, quando abordaremos as particularidades digestivas de animais monogástricos e ruminantes e seu manejo nutricional e alimentar.



### Vocabulário

A amilose e a amilopectina são duas frações presentes no amido. Sua diferença reside no formato das cadeias, sendo verificadas na amilose as cadeias lineares, enquanto que na amilopectina as cadeias ramificadas.

Em relação às fibras é importante destacar que podem ainda ser classificadas em relação ao seu grau de solubilidade (solúveis e insolúveis) e fermentabilidade (baixa, moderada e alta fermentabilidade).

### Energia

A energia não é um nutriente em si, mas uma moeda nutricional, ou seja, avaliamos através do aproveitamento completo dos nutrientes a energia potencial que será disponibilizada ao animal para manutenção e produção, a qual é expressa em kcal/kg de alimento.

De forma geral, temos a energia bruta do alimento, ou seja, a energia total, que após os processos de digestão, metabolização e produção de calor nos darão a energia que será de fato aproveitada pelo animal. Não se preocupe, abordaremos este conceito com mais detalhes na Seção 3 da Unidade 2 do LD.

### Vitaminas e minerais

As vitaminas (hidrossolúveis e lipossolúveis) e os minerais (microminerais e macrominerais) também são essenciais para a manutenção da vida dos seres vivos, no entanto, serão exclusivamente abordados na Seção 2 da Unidade 2 do LD.



### Exemplificando

Um alimento será dividido em diversas frações, sendo observado, por exemplo, no caso do milho:

Umidade: 12,89%.

Proteína bruta: 8,26% (composta pelos aminoácidos).

Extrato etéreo: 3,61% (composto pelos ácidos graxos).

Fibra bruta: 1,73%.

FDN: 11,75%.

FDA: 3,54%.

Amido: 62,48%.

Matéria Mineral: 1,27% (composta pelos minerais).

### Sem medo de errar

Após o estudo da água e dos nutrientes presentes nas dietas animais, você já está capacitado para resolver a situação-problema proposta no início desta seção, em *Diálogo aberto*. Você se lembra qual foi o caso apresentado?

A situação-problema é o caso de Jorge, um jovem médico veterinário que atua no segmento nutricional na área técnico-comercial de uma empresa voltada para produção de dietas para animais, principalmente aquelas destinadas à suinocultura. Jorge foi encarregado de realizar uma visita a uma nova casa agropecuária que abriu na cidade de atuação e deverá apresentar algumas informações no estabelecimento.

A casa agropecuária que Jorge irá visitar conta com uma empresária, Ana, uma engenheira civil que resolveu se aventurar em um novo negócio, mas que não possui conhecimento de nutrição animal, da mesma forma a equipe que integra o novo estabelecimento também possui sérias dificuldades técnicas na área, com isso, nosso personagem deverá realizar um treinamento técnico nesta casa agropecuária. Para tanto, Jorge está realizando um levantamento bibliográfico das exigências nutricionais de suínos das diferentes categorias animais.

Coloque-se no lugar de Jorge e realize também um levantamento da exigência nutricional de uma categoria animal específica da suinocultura. Você deverá realizar esta pesquisa e verificar os nutrientes que devem estar presentes na dieta destes animais e suas concentrações mínimas.



### Atenção!

Cuidado ao buscar o material, você deve pesquisar uma tabela de exigência específica para suínos e não dietas disponíveis no mercado para estes animais.

Você precisa apresentar as exigências de apenas uma categoria animal. Para realizar sua planilha do Excel com a exigência animal da categoria escolhida, utilize a Tabela Brasileira de Aves e Suínos publicada pela Universidade Federal de Viçosa, disponível em: <<http://www.lisina.com.br/arquivos/Geral%20Portugu%C3%AAs.pdf>>. Acesso em 28 mar. 2016.

Os nutrientes, suas funções e classificações foram apresentadas ao longo desta seção, tanto no LD como na webaula. A partir destes materiais, você conseguirá compreender as informações disponibilizadas nas tabelas de exigências nutricionais. Caso tenha dificuldades, retome a leitura do item *Não pode faltar*.

Mãos à obra!

## Avançando na prática

### A importância dos aminoácidos na dieta dos animais

#### Descrição da situação-problema

Cláudia e Pedro são um jovem casal de jornalistas que decide presentear sua filha com um mini pig. Eles estão bastante preocupados com a criação do novo animal de estimação e procura um médico veterinário para obter maiores informações. Quando chegam à clínica veterinária, Cláudia logo pergunta ao médico veterinário: "Vi algumas coisas na internet sobre a importância de aminoácidos para suínos, gostaria de saber o que são e caso falte apenas um destes aminoácidos na dieta do nosso animal o que poderá ocorrer?".



### Lembre-se

Para responder esta questão você deverá lembrar o que são os aminoácidos e parte integrante de qual componente nutricional eles são. Releia o item *Não pode faltar* desta seção.

#### Resolução da situação-problema

Os aminoácidos são as unidades funcionais que compõem a proteína bruta. Na

formulação de dietas para os animais devemos estar atentos às exigências nutricionais dos animais e o valor biológico das fontes proteicas, para que não ocorram desbalanços nutricionais, pois a falta ou o excesso de um único aminoácido, na relação com os demais, poderá desencadear desaminação aminoacídica e formação sub-ótima de proteína.

A deficiência proteica nos animais gera diversas alterações, dentre elas: perda de peso, perda de massa magra, atraso no crescimento, hipoproteinemia, queda na resposta imunológica, atraso no desenvolvimento mental, infertilidade e até morte.



### Faça você mesmo

Elabore um material que apresente as principais funções dos carboidratos e dos lipídeos na nutrição animal.

### Faça valer a pena

**1.** A análise de alimentos é bastante importante na nutrição animal. Neste sentido, marque a afirmação correta sobre o país em que o método de Weende foi desenvolvido.

- a) Hungria.
- b) Inglaterra.
- c) Brasil.
- d) Alemanha.
- e) Estados Unidos.

**2.** Os ácidos graxos caracterizam-se como as unidades funcionais de \_\_\_\_\_. Assinale a alternativa que completa a lacuna:

- a) Proteínas.
- b) Carboidratos.
- c) Vitaminas.
- d) Lipídeos.
- e) Água.

**3.** No método de Weende qual componente é obtido de forma indireta?

- a) Matéria mineral.
- b) Proteína.
- c) Extrativos não nitrogenados.
- d) Lipídeos.
- e) Fibra bruta.



## Seção 1.3

### Anatomia e fisiologia

#### Diálogo aberto

Prezado aluno, vamos prosseguir com os estudos de nutrição animal da unidade "Introdução ao estudo da nutrição e alimentação animal"! Na primeira seção, nós abordamos o histórico dos estudos de nutrição e os conceitos e nomenclaturas empregados na disciplina, na sequência, na Seção 1.2, nós vimos quem são os nutrientes, suas funções e classificações.

Vamos lembrar algumas coisas?

O estudo da nutrição animal tem grande importância tanto na saúde como na produtividade animal e seu estudo se baseou na descoberta dos nutrientes e na forma de analisar os alimentos para emprego nas dietas animais. Nós vimos que os alimentos são compostos pelos nutrientes, dentre eles a água, a proteína bruta, que possui como unidade fundamental os aminoácidos, os lipídeos, compostos pelos ácidos graxos, os carboidratos, que podem ser divididos em estruturais (fibra) e não estruturais (por exemplo, o amido), as vitaminas e os minerais.

Conhecer a história da nutrição e como se deu seu desenvolvimento é bastante importante para que o futuro profissional consiga atuar na área, bem como conhecer os nutrientes, pois sem estes conceitos básicos não há possibilidade de prosseguir nos estudos de nutrição animal. Você se lembra do caso abordado em nossa aula inaugural? Ana, uma engenheira civil, montou uma casa agropecuária em sua cidade, mas tanto ela como sua equipe de trabalho não possuíam conhecimento de nutrição animal, um representante comercial, Jorge, de uma empresa de dietas para animais, fez-lhe uma visita para apresentar sua linha de produtos e promover um treinamento técnico sobre nutrição animal. Nesta seção, Ana tem um novo desafio, conhecer as principais dietas para a espécie alvo, ou seja, a espécie de interesse que trabalhamos na seção passada, os suínos.

Além de conhecer os nutrientes e sua classificação, temos de lembrar os conceitos de anatomia do trato gastrointestinal dos animais e sua fisiologia digestiva para que possamos aplicar os conceitos de forma adequada. Logo, se torna evidente

que, como disciplina profissionalizante, a nutrição animal irá se relacionar com muitas disciplinas básicas.

Desta forma, no item *Não pode faltar* iremos abordar estes conceitos, os quais são de suma importância para que você prossiga nos estudos nutricionais.

Vamos iniciar!

## Não pode faltar

Para que possamos iniciar o estudo da anatomia e fisiologia digestiva dos animais, teremos de relembrar alguns conceitos básicos que já foram abordados, principalmente nas disciplinas de anatomia e fisiologia animal.

Você deve se lembrar de que os animais podem ser distribuídos em alguns grandes grupos, o que está diretamente relacionado a características anatômicas das espécies e/ou hábitos alimentares dos mesmos.

Quando pensamos em categorização de acordo com os hábitos alimentares, temos os carnívoros (gatos), os herbívoros (equinos, bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos) e onívoros (cães e suínos), que consomem produtos de origem animal, de origem vegetal ou ambos, respectivamente.

Além disso, podemos dividir os animais em dois grandes grupos, aqueles conhecidos como monogástricos ou monocavitários (aves, suínos, cães, gatos, equinos e coelhos), sendo as duas definições utilizadas na literatura, e os poligástricos ou ruminantes (bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos). Os animais monogástricos são aqueles que possuem apenas um compartimento estomacal, enquanto os ruminantes possuem o estômago dividido em quatro segmentos. Não se preocupe, ao longo desta seção iremos abordar as suas diferenças e a fisiologia digestiva de cada um destes grupos.



### Assimile

Os animais podem ser divididos em monogástricos (monocavitários) e ruminantes (poligástricos). Os animais monogástricos possuem apenas um estômago, enquanto os ruminantes são conhecidos por apresentarem três pré-estômagos (rúmen, retículo e omaso) e o estômago verdadeiro.

O termo monogástrico é bastante utilizado na literatura, no entanto, em alguns materiais você poderá encontrá-lo classificado também como monocavitários.

Para iniciar o estudo da seção, vamos destacar como ocorre o processo digestivo dos animais e quais as alterações que ocorrem no bolo alimentar em cada um dos segmentos do trato gastrointestinal, para tanto, vamos relembrar cada um destes segmentos.

O trato gastrointestinal nada mais é do que um grande tubo com dilatações ao longo de seu trajeto, com característica histológica, composto por:

- Mucosa: em contato direto com os alimentos e nutrientes.
- Submucosa: suporte e controle das atividades da mucosa.
- Muscular circular e longitudinal: compressão e mistura, bem como ondas peristálticas.
- Serosa: suporte e revestimento.

Afinal, qual a importância dos conhecimentos do trato gastrointestinal para os estudos da nutrição? É neste segmento que ocorrem as principais alterações nos alimentos para que haja a digestão e a absorção dos nutrientes. Digestão e absorção, o que são estes conceitos?

A digestão nada mais é do que a redução dos alimentos e dos compostos nutricionais a um tamanho ou solubilidade que sejam eficientes para permitir a absorção e a utilização pelo organismo. Já a absorção é a passagem de pequenas moléculas do lúmen intestinal para a corrente sanguínea ou linfática.

Para que a digestão ocorra, o primeiro passo é a redução da partícula do alimento, o que ocorre na boca dos animais, através do processo de mastigação, sendo essa fase conhecida como digestão mecânica.

De forma geral, o formato da boca, a modo de apreender os alimentos e a eficiência na mastigação estão diretamente relacionados à espécie animal. Similarmente, a dentição irá variar consideravelmente entre as espécies, bem como a sua funcionalidade. Já as aves não possuem dentes e sua apreensão dos alimentos se dá através do bico.

Na boca ocorre a liberação da saliva, a qual tem como funções principais: formação do bolo alimentar, facilitação da deglutição, ação antimicrobiana, revestimento mucoso como forma de proteção mecânica, termorregulação e sistema tampão, sendo composta por diversas substâncias, como: água (que perfaz a maior parte da solução), potássio, sódio, cloro, bicarbonato, cálcio, fósforo, fluoreto, iodeto, lisozimas e imunoglobulinas.



### Refleta

Caro aluno, a produção de saliva irá variar de acordo com o tipo de alimento que o animal ingere. Qual o tipo de alimento irá promover maior produção de saliva, os secos ou os úmidos?

De forma geral, os alimentos secos repercutem em maior produção de saliva. Se lembrarmos que a saliva possui dentre as substâncias as lisozimas, importantes substâncias antimicrobianas, podemos pensar que além de uma ação abrasiva do alimento seco, também leva a uma maior produção de saliva e consequentemente de lisozima, o que poderá repercutir na saúde bucal dos animais.

Com relação ainda à saliva, é importante destacar uma importante diferença que ocorre, por exemplo, entre os suínos e os cães e gatos, sendo verificada nos primeiros a presença de uma enzima que está relacionada à digestão dos carboidratos da dieta, ou seja, nos suínos há o início da digestão do amido na boca dos animais, enquanto que em cães e gatos, tal processo não ocorre, já que estes animais não apresentam esta enzima na secreção salivar.

Após este primeiro processo de digestão mecânica, o bolo alimentar é conduzido pelo esôfago ao estômago, onde iniciará o processo de digestão química. Nas aves, temos antes da chegada do bolo alimentar ao estômago químico, o papo, o qual está relacionado à armazenagem e umedecimento do alimento, bem como uma relativa atividade microbiana.

Já no estômago químico propriamente dito, temos diferenças substanciais entre as espécies, principalmente em relação ao seu tamanho e à distribuição glandular/aglandular. No estômago temos o início da digestão das proteínas, mas não se preocupe, iremos abordar com detalhes a digestão e a absorção dos nutrientes nas próximas seções.

Nas aves podemos dividir o estômago em duas porções, o proventrículo, conhecido como o estômago químico, e a moela, conhecida pela capacitação da digestão mecânica dos alimentos, ou seja, nas aves há a capacidade de redução do tamanho das partículas ainda no estômago para melhor aproveitamento de ingredientes mais grosseiramente moídos. Veremos com mais detalhes esta capacidade e as estratégias de manejo alimentar nas aves nas próximas seções.

Até no estômago dos animais grande parte das funções são de ordem mecânica, sendo que no intestino ocorre grande parte da digestão enzimática, o que é conseguido por uma série de enzimas específicas para cada nutriente. O intestino é dividido em duas porções, o delgado e o grosso, sendo o intestino delgado a mais importante porção relacionada à digestão enzimática e a absorção dos nutrientes, o

qual é subdividido em três porções: duodeno, jejuno e íleo. O jejuno é a maior porção, seguido pelo duodeno e por fim o íleo. Para a adequada função do intestino, órgãos anexos estão associados (pâncreas e o fígado), os quais apresentam importantes funções.

O pâncreas é dividido em porção endócrina, composto por célula alfa, beta e gama, com a produção de glucagon, insulina e somatostatina, respectivamente, que regulam o metabolismo dos nutrientes. A porção exócrina está relacionada à produção e liberação enzimática (amilase, lipase e proteases) para a digestão do bolo alimentar.

O outro órgão anexo com importante função na digestão, absorção e metabolização dos nutrientes é o fígado, o qual desempenha milhares de funções, dentre elas: emulsificação de gordura no lúmen intestinal (através da produção da bile), metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas, síntese de proteínas plasmáticas, produção de precursores de plaquetas, conversão de amônia em ureia, detoxificação de drogas e toxinas, dentre outras.

O intestino grosso, por sua vez, é composto pelo ceco, cólon e reto. Suas principais funções são a absorção de água e eletrólitos e a fermentação dos compostos não digeridos, o que será realizado pela microbiota presente nesta porção. O comprimento e consequentemente a funcionalidade do intestino grosso dos animais irá variar consideravelmente entre as espécies, sendo observados os animais de ceco funcional, ou seja, aqueles que possuem elevada capacidade de fermentação nesta porção. Quais são esses animais? Temos como exemplo clássico os equinos, coelhos e os suínos.



### Exemplificando

Você se lembra dos aditivos nutricionais que foram abordados na Seção 1.1 do livro? Dentre os aditivos nutricionais temos os prebióticos, que são fibras que possuem capacidade de fermentação no intestino grosso dos animais, ou seja, são substâncias que não sofrem digestão pelas enzimas dos animais e são substratos para a fermentação bacteriana, com capacidade de modular a atividade de um ou mais grupos microbianos presentes no intestino grosso dos animais.

Uma peculiaridade do intestino grosso pode ser visualizada nas aves que podem possuir um, dois ou a ausência total de cecos, conforme a espécie. Afinal, quais os compostos produzidos pela microbiota presente no intestino grosso? Diversos são os produtos produzidos, temos, por exemplo, os ácidos graxos de cadeia curta (ácido acético, propiônico e butírico) a partir do metabolismo fermentativo de carboidratos e aqueles oriundos do metabolismo fermentativo de compostos nitrogenados, como ácidos graxos de cadeia ramificada (valérico, isovalérico e isobutírico), aminas biogênicas, indóis, fenóis e amônia.

De forma resumida, conforme vimos ao longo da seção, existem importantes diferenças anatômicas entre os animais monogástricos, as quais estão relacionadas à amplitude deste grupo. Para facilitar seu processo de aprendizagem, podemos resumir algumas diferenças:

- Suínos: melhor utilização de alimentos fibrosos que os carnívoros, presença de ceco funcional e importante fermentação no intestino grosso.

- Equinos: estômago pequeno e simples, intestino delgado relativamente reduzido, ceco e cólon bastante desenvolvidos, com elevada capacidade de fermentação.

- Coelhos: estômago de tamanho médio, intestino delgado curto e simples, ceco bastante desenvolvido com elevada capacidade de fermentação. Os coelhos realizam a cecotrofia, que é a ingestão de cecotrofos, o produto da fermentação dos componentes nutricionais no ceco, o que possibilita um aproveitamento da proteína microbiana gerada nesta porção do intestino.

- Aves: não possuem dentes, sendo que a apreensão do alimento ocorre pelo bico. Seu trato gastrointestinal é dividido em proventrículo e a moela, onde ocorre uma digestão enzimática e mecânica.



### Pesquise mais

Leia o material sobre fisiologia digestiva de peixes, disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC53.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

Este material traz informações muito interessantes sobre anatomia e fisiologia digestiva das diferentes espécies de peixes, o que auxiliará em seu processo de aprendizagem.

Com relação aos animais ruminantes, temos que ter em mente que as principais diferenças anatômicas estão no estômago, compostos por três pré-estômagos (rúmen, retículo e omaso) e o estômago verdadeiro (abomaso).

A primeira porção, o rúmen, conhecido como uma importante câmara fermentativa, é formado por numerosas e pequenas papilas e recebe o alimento que o animal ingere a partir do esôfago. No rúmen, o bolo alimentar sofre fermentação pela microbiota, com a formação de alguns metabólitos, dentre eles os ácidos graxos de cadeia curta a partir dos carboidratos, os quais serão absorvidos nesta porção e são importantes fontes energéticas para o animal. Para que o rúmen desempenhe suas funções e esta microbiota mantenha-se "funcional", alguns pontos são importantes, como a manutenção da anaerobiose, pH próximo da neutralidade (5,5 a 7,0), temperatura ótima (39 a 40°C) e fornecimento constante de substratos para esta microbiota, que

utilizará carboidratos e nitrogênio para seu desenvolvimento e na sequência constituirá uma importante fonte de proteína para o animal (proteína microbiana) e de excelente valor biológico.

No rúmen, o bolo alimentar está disposto de forma estratificada, onde observa-se uma camada líquida, localizada ventralmente, a qual se constitui de conteúdo líquido com pequenas partículas de alimentos e microrganismos. A camada sólida é dividida em finas partículas e grosseiramente moídas, posteriormente, tem-se a camada gasosa, na qual se localizam os gases produzidos durante o processo fermentativo. O complexo rúmen-retículo é responsável pelas contrações (primárias e secundárias), que além de serem importantes para a mistura do alimento, também atuam na eructação e propulsão do conteúdo ruminal.

Os alimentos grosseiramente moídos serão remastigados em um processo conhecido como ruminção, no qual há regurgitação do bolo alimentar, remastigação, resalivação e nova deglutição, processos que são importantes para manutenção do pH ruminal (sistema tampão) e na reciclagem de nitrogênio não proteico para o rúmen, bem como para redução do tamanho da partícula, o que auxiliará na manutenção das condições ótimas do rúmen e de seu abastecimento em substrato nitrogenado para a microbiota, fatores que serão importantes para uma fermentação ruminal adequada.

No omaso, formado por uma mucosa com numerosas pregas, ocorre a redução do tamanho das partículas dos alimentos e a reabsorção de água e minerais presentes no bolo alimentar. O material semi-líquido do retículo entra no omaso pelo orifício retículo-omasal, e as contrações omasais comprimem e trituram o alimento.

O abomaso, por sua vez, é conhecido como o estômago verdadeiro, ou estômago glandular dos ruminantes, sua função é semelhante ao estômago dos animais monogástricos, onde há o início da digestão enzimática do bolo alimentar. Na sequência, de forma semelhante aos animais monogástricos, o bolo alimentar é encaminhado para o intestino delgado e na sequência para o intestino grosso e sofrem as mesmas alterações que nos primeiros.

É importante ressaltar que conforme anteriormente discutido, o processo fermentativo que ocorre no rúmen gera para o animal ácidos graxos de cadeia curta que são uma importante fonte energética e terá importante função na deposição de gordura e produção de leite, por exemplo. Já a microbiota presente no rúmen será utilizada como uma importante fonte de proteína para o animal, conhecida como proteína microbiana.

Nos animais ruminantes jovens, o rúmen ainda está pouco desenvolvido e sua capacidade fermentativa é limitada, já que o movimento de sucção do leite faz com que a goteira esofágica se dobre, e o leite passe diretamente para o abomaso, sendo assim, este sofrerá a ação apenas das enzimas secretadas no abomaso.

Por fim, com relação aos produtos excretados nas fezes e na urina dos animais, têm-se:

Fezes: resíduos não digeridos de alimentos; resíduos de secreção gástrica, bile, secreções pancreáticas e entéricas; resíduos celulares da mucosa do intestino; resíduos celulares e metabólicos da microbiota.

Urina: excreção de metabólitos nitrogenados e sulfurosos e elementos inorgânicos (cloro, sódio, potássio e fósforo).

Fique tranquilo! Nas próximas seções iremos abordar com mais detalhes como ocorrem as excreções fecais e urinárias.



### Faça você mesmo

Caro aluno, você pode realizar um esquema comparativo do trato gastrointestinal das aves com os demais animais monogástricos. Compreender as diferenças das aves em relação aos demais animais auxiliará você a entender de forma geral a importância e função de cada porção do trato gastrointestinal dos animais.

### Sem medo de errar

Após a apresentação da anatomia e fisiologia digestiva dos animais monogástricos e ruminantes, você já está capacitado para resolver a situação-problema proposta no início desta seção, em *Diálogo aberto*. Você se lembra da questão?

Nas seções passadas nós vimos o caso de Ana, uma engenheira civil que resolveu se aventurar em um novo negócio, abrindo em sua cidade uma casa agropecuária, no entanto, tanto Ana como seus funcionários não possuíam conhecimento algum de nutrição animal. Na tentativa de auxiliar Ana, Jorge, um jovem médico veterinário que trabalha em uma empresa de nutrição animal, foi designado pelo seu coordenador para esclarecer conceitos nutricionais básicos a Ana, bem como divulgar seus produtos.

Para tanto, Jorge realizou num primeiro momento um levantamento das exigências nutricionais de suínos em diversas fases fisiológicas, para que Ana conhecesse os nutrientes, sua classificação e como os requerimentos nutricionais variam entre espécies e categorias animais. Contudo, ela necessita agora conhecer outros produtos alimentares comerciais para suínos para que consiga dar maiores informações para seus clientes.

Para realizar a situação-problema proposta nesta seção, você deve se colocar no lugar de Ana e realizar por conta própria um levantamento das principais marcas de



alimentos para suínos disponíveis no mercado, seus produtos, forma de administração e como são classificados.



### Atenção!

Na atividade anterior você deveria buscar as informações em tabelas de exigências específicas para suínos. Agora, a situação é diferente, você deve pesquisar os mais diversos tipos de misturas nutricionais disponíveis no mercado, sua classificação, forma de utilização e sua composição nutricional, ou seja, a porcentagem dos nutrientes em cada uma das dietas avaliadas.

Sugerimos que você acesse diferentes sites de fabricantes de dietas para suínos, levante as informações e na sequência disponibilize os resultados em uma planilha Excel, de acordo com o fabricante; classificação; forma de utilização e composição nutricional.

Os nutrientes, suas funções e classificações foram apresentadas ao longo da Seção 1.2, tanto no LD como na webaula. Caso você tenha dúvidas, conseguirá relembrar as informações e realizar a atividade da melhor forma possível.

Mãos à obra!

## Avançando na prática

### Reconhecendo a importância do conhecimento da fisiologia digestiva das espécies animais

#### Descrição da situação-problema

Cláudia é uma pedagoga que trabalha durante todo o dia fora de casa e busca um animal de estimação para presentear sua filha. Com a rotina bastante agitada, ela decide então presentear a menina com um coelho. Com interesse em buscar maiores informações sobre o animal escolhido, pesquisa em blogs e sites pouco confiáveis da internet. Dentre as informações localizadas, Cláudia encontra nos sites de busca que os coelhos são animais pouco higiênicos, que consomem as próprias fezes, ou seja, apresentam coprofagia.

Cláudia resolve então buscar um médico veterinário especialista em nutrição animal

para esclarecer esta questão, já que após ler tais informações está com bastante nojo do novo animal de estimação.



### Lembre-se

Para realizar esta nova situação-problema, você deverá relembrar informações relacionadas à anatomia do trato gastrointestinal dos coelhos, deverá buscar informações sobre a fermentação que ocorre no intestino grosso destes animais e sua importância na nutrição dos animais.

### Resolução da situação-problema

Para resolução da situação-problema, você deverá relembrar alguns conceitos da anatomia dos coelhos. Conforme discutido no item *Não pode faltar*, os coelhos são animais herbívoros que apresentam ceco funcional, ou seja, apresentam elevada capacidade fermentativa no intestino grosso. Com isso, além da produção de metabólitos de origem bacteriana há também formação de proteína microbiana, a qual será eliminada na forma de cecotrofos, os quais podem ser ingeridos diretamente do ânus e são importantes fontes proteicas para estes animais. Já as fezes são caracterizadas por resíduos indigestíveis dos alimentos e seu consumo é conhecido como coprofagia. Com isso, o profissional que irá atender Cláudia deverá orientá-la que os coelhos realizam cecotrofia, ou seja, a ingestão de cecotrofos como uma adaptação natural a um melhor aproveitamento nutricional, o que é conseguido pela ingestão de proteína microbiana.



### Faça você mesmo

Eralize um levantamento sobre como é formado os cecotrofos pelos coelhos e sua importância nutricional.

### Faça valer a pena

1. Os animais ruminantes possuem três pré-estômagos e um estômago verdadeiro, quais são eles?
  - a) Rúmen, retículo, omaso e abomaso.
  - b) Rúmen, retículo, papo e abomaso.
  - c) Ruminículo, proventrículo, papo e abomaso.
  - d) Rúmen, retículo, omaso e duodeno.
  - e) Rúmen, moela, omaso e abomaso.

**2.** Nas aves \_\_\_\_\_ possui função de estômago químico e \_\_\_\_\_ estômago mecânico. Assinale a alternativa correta:

- a) Abomaso e moela.
- b) Moela e proventrículo.
- c) Proventrículo e moela.
- d) Jejuno e ceco.
- e) Duodeno e abomaso.

**3.** O estômago dos equinos é caracterizado como \_\_\_\_\_. Assinale a alternativa correta:

- a) Composto e grande.
- b) Simples e pequeno.
- c) Composto e pequeno.
- d) Simples e grande.
- e) Saculado e pequeno.



## Seção 1.4

### Mecanismos físicos e fisiológicos

#### Diálogo aberto

Prezado aluno, estamos chegando ao final da Unidade 1. Veja como o tempo passou rápido e como você adquiriu novos conhecimentos. Antes de prosseguir com os estudos desta seção, vamos lembrar o que discutimos nas seções anteriores.

Na primeira seção, 1.1, nós abordamos o histórico dos estudos de nutrição e os conceitos e nomenclaturas empregados na disciplina, você deve lembrar-se de que a nutrição animal é extremamente importante para a elevação de índices produtivos de animais de exploração zootécnica, bem como para manutenção da saúde e aumento da longevidade de animais de companhia, além disso, discutimos sobre os termos utilizados na nutrição animal, como alimentos/ingredientes, dietas, ração, exigências nutricionais, manejo alimentar e nutricional. Na Seção 1.2, você conheceu quais são os nutrientes, suas funções e classificações. Já na Seção 1.3, abordamos as diferenças anatômicas e fisiológicas das diferentes espécies animais, com categorização em relação aos hábitos alimentares dos animais e das grandes diferenças anatômicas (animais monogástricos/monocavitários e ruminantes).

Você se recorda de todos estes conteúdos? Caso tenha dúvidas, retome a leitura no LD e os reveja, com certeza será uma releitura bastante proveitosa.

Durante o desenvolvimento do conteúdo, você teve acesso ao caso de Ana, uma engenheira civil que montou uma casa agropecuária em sua cidade, mas tanto ela como sua equipe de trabalho não possuíam conhecimentos de nutrição animal, com isso, um representante comercial, Jorge, de uma empresa de dietas para animais, fez-lhe uma visita para apresentar sua linha de produtos e promover um treinamento técnico sobre nutrição animal. Ana teve diversos desafios durante esta jornada, teve de conhecer os produtos apresentados por Jorge e ainda pesquisar outros alimentos disponíveis no mercado para que pudesse discutir de forma mais adequada com seus clientes. Nesta seção, Ana já possui todas as informações coletadas, mas necessita elaborar um relatório final. Você deverá auxiliar Ana nessa missão. Para isso, faça um checklist ou uma relação dos principais nutrientes da alimentação animal de acordo

com o que foi apresentado na Unidade 1.

O que veremos nesta última seção da Unidade 1? Iremos estudar os mecanismos físicos e fisiológicos relacionados à ingestão de alimentos pelos animais. No item *Não pode faltar*, iremos abordar estes conceitos, os quais são de suma importância para que você realize um manejo alimentar e nutricional adequado dos animais.

Vamos lá!

### Não pode faltar

Conforme discutimos na seção anterior, existem importantes diferenças no que tange aos aspectos anatômicos e fisiológicos entre os animais. Com isso, os separamos em algumas categorias, como em relação aos hábitos alimentares (carnívoros, onívoros e herbívoros) e em relação à presença ou não de pré-estômagos, sendo eles monogástricos (aves, suínos, equinos, cães e gatos) e ruminantes (bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos).

Essas diferenças repercutem diretamente em importantes alterações nos hábitos alimentares e na forma de apreensão dos alimentos. Dentre essas diferenças, você poderá observar, por exemplo, que apesar de ambos herbívoros, os equinos, bovinos e os caprinos, apreendem o alimento de forma peculiar. Os bovinos, que não possuem dentes incisivos superiores, tem o hábito de enrolar sua língua longa e móvel na forragem, e com movimentos de cabeça, arrancam o capim e o introduzem na cavidade oral. Já os caprinos e os ovinos utilizam, principalmente, os dentes incisivos inferiores e a língua para a apreensão, mas em menor grau que os bovinos. Os caprinos podem captar pequenas partículas de alimentos graças a movimentos do lábio superior. Os equinos, por sua vez, utilizam o lábio superior na apreensão do alimento.

Conforme vimos na seção anterior, a cavidade oral tem importantes funções sobre a digestão dos alimentos, como: apreensão, mastigação, umedecimento e mistura. Dentre as estruturas presentes na cavidade oral e diretamente relacionados com a mastigação estão os dentes, que são diferentes de acordo com a espécie.

De forma bastante generalista, pode-se observar que os cães e os gatos utilizam os incisivos para cortar os alimentos, os molares são pontiagudos e adaptados à mastigação parcial e esmagamento de ossos, e os caninos adaptados a rasgar e despedaçar os alimentos. Nos suínos, os incisivos servem para o corte do alimento e os molares adaptados ao corte dos fibrosos. Nos equinos, por sua vez, os incisivos estão relacionados ao hábito de morder os vegetais e os molares para a moagem

dos vegetais. Destaca-se que tanto nos equinos como nos suínos os dentes caninos não possuem importante função na mastigação, sendo, por exemplo, nos suínos cortados nos primeiros dias de vida, com o objetivo de reduzir ferimentos por mordidas associadas ao estresse. Conforme discutido anteriormente, as aves diferem bastante dos demais monogástricos, pois não possuem dentes e a sua apreensão do alimento se dá pelo bico.

Para que o animal apreenda e ingira a dieta ou o alimento, você deve estar pensando, o principal fator associado é a fome. Sim, a fome trata-se de um importante fator relacionado à ingestão de alimentos, mas antes de prosseguir com os estudos desta seção, temos de diferenciar a fome e o apetite. Será que são sinônimos?

Na verdade, a fome pode ser definida como a sensação manifestada pelo animal que se encontra em déficit energético, enquanto que o apetite refere-se à disposição fisiológica de um animal que manifesta desejo de comer (SAAD; SAAD, 2004).



### Refleta

Nós temos o hábito de dizer que estamos com fome, será que é fome ou apenas apetite? Possivelmente grande parte das vezes em que dizemos fome, na realidade queremos dizer na realidade que temos apetite.

De forma geral, muitas pesquisas discutem quais são os fatores relacionados ao consumo voluntário de alimentos. Dentre os principais fatores relacionados à sua ingestão, a energia presente no alimento merece atenção, já que esta teoricamente seria o fator pelo qual os animais regulariam o consumo de alimento. Outros fatores relacionados aos alimentos podem influenciar também o consumo voluntário dos animais, como a forma física e processamento da dieta, variedades dentro do grupo de alimentos que compõe a dieta, tamanho da porção, conteúdo de macronutrientes e, principalmente, a palatabilidade do alimento, este talvez seja um dos principais fatores, o qual pode explicar em partes, por exemplo, o elevado número de animais de companhia, cães e gatos obesos, o que logicamente está associado também ao manejo alimentar imposto pelos tutores e expedição de energia através de exercícios físicos.

Você deve estar se perguntando, o que é palatabilidade? A palatabilidade nada mais é do que um conjunto de fatores presentes no alimento, como paladar, odor, textura, forma, tamanho do alimento que irão repercutir sobre o desejo de ingerir o alimento.



### Assimile

Você compreendeu o que é palatabilidade?

Um exemplo de alimento palatável é aquele que você tem desejo em ingerir, já aqueles que não despertam este desejo ou até mesmo causam certo grau de repudia são os alimentos de baixa palatabilidade ou não palatáveis.

Diversas teorias relacionadas à presença de substâncias oriundas do metabolismo dos nutrientes no sistema circulatório dos animais também tentam explicar a forma como os animais regulam a ingestão da dieta e/ou alimentos, dentre elas destacam-se as teorias glicostática, aminostática, lipostática e ionostática, que estão relacionadas a teores de glicose, determinados aminoácidos, lipídeos e determinados íons circulantes, respectivamente. Outra teoria ainda discutida por alguns autores, seria a distensão gástrica que estaria relacionada ao preenchimento do estômago e, como consequência, feedback negativo ao consumo de alimento. Contudo, o estômago possui capacidade de dilatação e possivelmente este fator apresenta pouca importância prática na regulação do consumo voluntário em longo prazo.



### Vocabulário

**Feedback** é um termo em inglês que significa uma modificação ou controle de um processo ou sistema por seus resultados ou efeitos.

Por exemplo: Maria estava bastante apreensiva sobre o resultado de sua prova. No dia seguinte seu professor corrigiu sua prova e lhe deu um feedback positivo sobre a avaliação da prova.

Fonte: <<http://www.significados.com.br/feedback/>>. Acesso em: 20 maio 2016.

Logo, torna-se claro que a regulação da ingestão de alimento é multifatorial e envolve diversos mecanismos relacionados ou não ao alimento. Uma das formas de classificação bastante utilizada na nutrição de cães e de gatos é a divisão de tais mecanismos em fatores intrínsecos (reações bioquímicas e neuroendócrinas, e concentração de nutrientes no sangue, agindo sobre o sistema nervoso, induzindo a fome ou a saciedade) e extrínsecos (características ligadas ao alimento, matérias-primas e processamento, temperatura ambiental, textura e forma física do alimento e hierarquia social).

Uma característica interessante que pode ser visualizada em cães e gatos e relacionada à ingestão de alimentos é a neofilia e a neofobia. Os cães apresentam



o que chamamos de neofilia, ou seja, ao receberem um novo alimento diferente do que estão acostumados, eles irão elevar este consumo, por apresentarem afinidade ao "inédito". Já os gatos apresentam o que chamamos de neofobia, ou seja, quando oferecemos uma nova dieta a esses animais, eles tendem a rejeitar.



### Exemplificando

Nós falamos que muitos felinos no geral apresentam neofobia, será que a troca de alimentos e de rotina poderá apresentar impactos negativos sobre a saúde dos animais? Caso o animal apresente neofobia temos de estar muito atentos, pois os felinos são animais que apresentam elevada predisposição à lipidose hepática como resposta ao jejum (em relativo curto espaço de tempo), ou seja, caso não acompanhemos de perto nossos animais, podemos ter o desenvolvimento da patologia. As alterações de rotina também são fatores bastante importantes que levam ao jejum destes animais.

Como podemos reduzir a neofobia destes animais?

Quando filhotes, os animais possuem o chamado período sensível, que nada mais é do que um período durante o qual o fator ambiental é bastante suscetível de influenciar o comportamento adulto. Neste sentido, esse período pode ser bastante importante na redução da neofobia da espécie, o que é possível pela exposição do mesmo a uma gama de produtos.

Dentre os fatores extrínsecos, conforme anteriormente destacado, podemos citar as características relacionadas ao alimento e ao ambiente. Em relação especificamente à hierarquia social, esta é uma característica observada nos cães, a qual nada mais é do que uma competição entre os animais pelo alimento, ou seja, por uma questão de dominância/submissão os cães podem apresentar importantes alterações na ingestão de alimentos, com rápida ingestão e/ou não alimentação.

Nos trabalhos com ruminantes você poderá observar ainda outros termos, como mecanismos físicos (distensão do rúmen associado à ingestão de alimentos), mecanismos fisiológicos (balanço nutricional da dieta, status energético, ou seja, relacionado às exigências nutricionais de manutenção e produção) e psicogênicos (ligados ao alimento, como odor, sabor, aparência e textura, e aqueles ligados ao ambiente, como a temperatura, interações sociais, aprendizado e status emocional).

Tais fatores podem ser ainda subdivididos em outros, como: fatores ambientais (ventilação, temperatura e umidade), sociais (grupos de animais), nutricionais (ingredientes, contaminantes, aditivos, água, processamento da dieta e densidade energética), físicos (densidade e comedouros/bebedouros) e fisiológicos (genética,

idade, peso e gênero). No entanto, a ideia é sempre a mesma, ou seja, uma gama de fatores relacionados ao animal ou ao ambiente que irão afetar positivamente ou negativamente o consumo de alimentos pelos animais.

Conforme anteriormente apresentado, dentre dos fatores intrínsecos temos de ter em mente que mecanismos neuroendócrinos estão envolvidos nesta regulação da ingestão, dentre eles neurotransmissores e peptídeos intestinais. Tais substâncias podem desempenhar papel orexígenos ou anorexígenos, sendo o primeiro grupo relacionado a um aumento no consumo de alimento e o segundo uma redução deste consumo. Na tabela a seguir você poderá conhecer alguns deles.

Tabela 1.1 | Neurotransmissores e peptídeos intestinais relacionados ao consumo de alimentos

Grupos	Orexígenos	Anorexígenos
Neurotransmissores	Y e Gene Agouti (AgRP)	$\alpha$ -MSH e CART
Peptídeos intestinais	Grelina e Orexina	Colescistoquinina (CCK) e Oximodulina

Fonte: Halpem e Rodrigues (2004).

Além destas substâncias, outras também parecem ter influência sobre o consumo de alimentos, como o polipeptídeo pancreático (PP), o peptídeo YY e o GLP-1, os dois últimos reduzindo o esvaziamento gástrico e o trânsito do bolo alimentar no intestino, o que repercutirá em redução do consumo de alimentos.



Pesquise mais

Para você obter maiores informações sobre os fatores que influenciam a ingestão de alimentos especificamente para animais ruminantes, sugerimos que leia o material disponível em: <<http://pubvet.com.br/uploads/a2de7345ef962b808909f85ab82e14c4.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

Esta revisão de literatura apresenta informações bastante interessantes sobre os mecanismos de regulação do consumo e como os nutrientes podem influenciá-los.

Você sabia que o tecido adiposo possui importantes funções sobre a homeostase do organismo e que pode influenciar também o consumo voluntário de alimentos? Dentre estas substâncias está a leptina, uma adipocina, que modula a ingestão de alimentos.

Por fim, é importante destacar que os animais possuem preferências alimentares dependentes da espécie, tais questões irão variar amplamente entre estes animais e reconhecer estes fatores é bastante importante para que possamos atuar de forma assertiva no manejo alimentar e nutricional de cada um deles.

## Sem medo de errar

Nas seções anteriores, vimos o caso de Ana, uma engenheira civil que resolveu se aventurar em um novo negócio, abrindo em sua cidade uma casa agropecuária, no entanto, tanto Ana como seus funcionários não possuíam conhecimento algum de nutrição animal. Na tentativa de auxiliar Ana, Jorge, um jovem médico veterinário que trabalha em uma empresa de nutrição animal, foi designado pelo seu coordenador para visitar Ana e esclarecer conceitos nutricionais básicos, bem como divulgar seus produtos.

Para tanto, Jorge realizou a primeiro momento um levantamento das exigências nutricionais de suínos em diversas fases fisiológicas, para que Ana conhecesse os nutrientes, sua classificação e como os requerimentos nutricionais variam entre espécies e categorias animais. Na sequência, Ana buscou informações sobre outras dietas para suínos em sites e materiais informativos para que pudesse comparar com aqueles apresentados por Jorge.

Agora, Ana deverá realizar uma nova atividade, elaborar um relatório, com um checklist dos nutrientes exigidos por suínos comparando aos alimentos por ela pesquisados.

Para realizar a situação-problema proposta nesta seção, você deve se colocar no lugar de Ana e realizar a atividade semelhante, elaborando um relatório final com comparação dos alimentos pesquisados na Seção 1.3 às exigências nutricionais pesquisadas na Seção 1.2. Para realizar esta atividade, você deverá retomar todos os materiais desenvolvidos nas seções anteriores.

Você se lembra das atividades propostas nas outras seções e que darão origem ao relatório final? Vamos relembrá-las:

Seção 1.1 – A sala organizou um documento com as suas principais dificuldades em nutrição animal e agora terminada a Unidade 1 você deve discutir quais conhecimentos foram adquiridos, você se sente mais capacitado tecnicamente em nutrição animal?

Seção 1.2 – Levantamento das exigências nutricionais de suínos de uma categoria animal específica.

Seção 1.3 – Pesquisa dos mais diversos tipos de misturas nutricionais disponíveis no mercado, sua classificação, forma de utilização e sua composição nutricional, ou seja, a percentagem dos nutrientes em cada uma das dietas avaliadas.

**Atenção!**

Você não precisa discutir todos os nutrientes presentes na comparação entre as exigências dos animais e as dietas.

Apresente todos os nutrientes, mas escolha apenas três aminoácidos e realize uma breve discussão de suas funções e as diferenças encontradas entre as dietas e a exigência dos animais.

Para realizar estas comparações, você deverá estar atento à correção dos valores para que trabalhe na mesma base (matéria natural/seca e energia).

**Avançando na prática****Fatores relacionados ao consumo de alimento em cães****Descrição da situação-problema**

Gabriela é tutora de uma cadela da raça Rottweiler e um cão da raça Cocker. Seu Cocker apresenta-se em escore de condição corporal abaixo do ideal e a Rottweiler acima do ideal. Em uma visita à clínica veterinária para consulta de rotina, Gabriela relata ao médico veterinário que a Rottweiler apresenta dominância sobre o Cocker. A tutora ainda relata que não é ela quem realiza o fornecimento do alimento para os animais, sendo que a pessoa responsável pela tarefa é sua empregada, a qual é bastante atenciosa e pesa diariamente a quantidade do alimento que é oferecido para ambas as cadelas. Como a casa de Gabriela é bastante grande e há muito trabalho, a empregada não acompanha a alimentação das cadelas, apenas oferece o alimento e retira os potes após as refeições. Como você explicaria para Gabriela o que está ocorrendo com seus cães?

**Lembre-se**

Você deverá relembrar os fatores que afetam a ingestão de alimentos para cães. Para resolução desta situação-problema, você não necessita buscar as informações em peptídeos intestinais, neurotransmissores e hormônios, basta apenas relembrar os fatores extrínsecos relacionados à ingestão de alimentos por cães.

**Resolução da situação-problema**

Para resolução desta situação-problema, você deverá relembrar que a facilitação social é um dos fatores relacionados à ingestão de alimentos por cães. Quando dois

ou mais cães são mantidos juntos e há excessiva dominância de um sobre outro, é possível que o submisso não consiga ingerir o alimento completamente, já que o dominante irá apresentar maior consumo.

Esta característica está relacionada à sua evolução e descendência dos lobos que caçam em grupos grandes presas, competem durante a alimentação, possuem ingestão rápida de alimento e enterram as sobras.

Para auxiliar Gabriela, é importante que o médico veterinário exclua as outras causas que possam estar relacionadas a este baixo escore de condição corporal do cão Cocker e além de sugerir também uma redução de peso para a Rottweiler. Peça para que ela separe as cadelas durante as refeições para evitar que por dominância/submissão um dos cães ingira o alimento do outro.



### Faça você mesmo

Prezado aluno, levando em consideração a situação-problema que diz respeito à ingestão de alimento por cães, sugerimos que você realize uma pesquisa sobre as preferências alimentares destes animais.

### Faça valer a pena

**1.** Assinale a alternativa correta sobre a forma com que os bovinos apreendem os alimentos:

- a) Dentes incisivos superiores.
- b) Dentes incisivos inferiores.
- c) Lábios.
- d) Língua.
- e) Todas as anteriores.

**2.** Em quais animais os dentes caninos apresentam importância no processo de mastigação:

- a) Suínos e equinos.
- b) Suínos e bovinos.
- c) Cães e suínos.
- d) Gatos e equinos.
- e) Cães e gatos.

**3.** Dentre os fatores intrínsecos relacionados à ingestão de alimentos, assinale a alternativa correta que apresenta exemplos de tais fatores:

- a) Temperatura do ambiente e composição da dieta.
- b) Neurotransmissores e nutrientes circulantes.
- c) Temperatura do ambiente e nutrientes circulantes.
- d) Composição da dieta e nutrientes circulantes.
- e) Temperatura do ambiente e textura do alimento.

# Referências

- AKERBERG, H. et al. Peripheral administration of pancreatic polypeptide inhibits components of food-intake behavior in dogs. **Peptides**, v. 31, p. 1055–61, jun. 2010.
- ANDRADE, E. **Análise de alimentos: uma visão química da nutrição**. v. 1, São Paulo: Varela, 2006.
- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal: alimentação animal nutrição animal aplicada**. v. 3, São Paulo: Nobel. 2015.
- CASE, L. P.; CAREY, E. P.; HIRAKAWA, D.A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Madrid: Harcourt Brece, 1998.
- FERREIRA, W. M. **Cadernos de Nutrição de Não Ruminantes**. Disponível em: [https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjA2aHD0ojNAhXB6yYKHZPxBZUQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F20728998%2F1236659775%2Fname%2FApostila\\_de\\_nutri&usq=AFQjCNFkFvKSVIECnssqyshp6hLo6lB-EA&sig2=cG6yHnKdIT9k\\_ArEpEeKHg&bvm=bv.123325700,d.eWE](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjA2aHD0ojNAhXB6yYKHZPxBZUQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F20728998%2F1236659775%2Fname%2FApostila_de_nutri&usq=AFQjCNFkFvKSVIECnssqyshp6hLo6lB-EA&sig2=cG6yHnKdIT9k_ArEpEeKHg&bvm=bv.123325700,d.eWE). Acesso em: 2 maio 2016.
- FRAPE, D. **Nutrição e alimentação dos equinos**. v. 3, São Paulo: Roca. 2008.
- HALPEM Z. S. C.; RODRIGUES M. D. B. Mecanismos de regulação de apetite. **Revista Obeso**, v. 24, 2005. Disponível em: <http://www.abeso.org.br/pagina/145/mecanismos-de-regulacao-de-apetite.shtml>. Acesso em: 5 jun. 2009.
- HUDA, M. S. B.; WILDING, J. P. H.; PINKNEY, J. H. Gut peptides and the regulation of appetite. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 7, p. 163–82, 2006.
- JACQUOT, R.; BARS, H.; SIMONNET, H. **Nutrition Animale**. Volume I, II e III. Données générales sur La nutrition et l'alimentation, J.B.Bailliére et fils, Paris, 1960, 963p.
- LEWIS, L. D. **Nutrição clínica equina: alimentação e cuidados**. v. 1, São Paulo: Roca, 2004.
- MONTARDO, O. V. **Alimentos e alimentação do rebanho leiteiro**. v.1 Guaíba: Agropecuária, 1998.
- NUNES, I. N. **Nutrição básica**. v. 2, Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998.
- PROSKY, L. et al. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. **Journal AOAC International**, v. 75, p. 360-367, 1992.

REIS, R. A. **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP - Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, v. 1, 2014.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos** - Composição de alimentos e Exigências Nutricionais. v. 1. Viçosa: UFV – Departamento de Zootecnia, 2000.

ROSTAGNO, H. S. et al FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos** - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. v. 2. Viçosa: UFV – Departamento de Zootecnia, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; et al; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLYDES, R. F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos** - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. v. 3. Viçosa: UFV – Departamento de Zootecnia, 2011.

SAAD, F. M. O. B.; SAAD, C. E. P. **História evolutiva na alimentação de cães e gatos**. In: SAAD, F.M.O.B.; SAAD, C.E.P. Apostila. Curso de Pós-Graduação "Latu Sensu" (Especialização) a Distância em Nutrição e Alimentação de Cães e Gato. Lavras: FAEPE - Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão. 2004. v. 1, Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição**: introdução à bromatologia. v. 3. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SANTORO, S.; VELHOTE, M. C. P.; MALZONI, C. E.; MECHEENAS, A. S. G.; STRASSMANN, SCHEINBERG, M. Adaptação digestiva: Uma nova proposta cirúrgica para tratar a obesidade com base em fisiologia e evolução. **Einstein**, v. 1, p. 95-98, 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**. v. 3, Viçosa: UFV, 2002.

TAYLOR, I. L. Role of peptide YY in the endocrine control of digestion. **Journal of dairy science**, v. 76, p. 2094 – 2101, 1993.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. v. 4, Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

van der WIELEN, P. W. J. J.; KEUZENKAMP, D. A.; LIPMAN, L. J. A. Spatial and temporal variation of the intestinal bacterial community in commercially raised broiler chickens during growth. **Microbial Ecology**, v. 44, p. 286-293, 2002.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal of animal Science**, v. 26, p. 119-120, 1967.

WORTINGER, A. **Nutrição para cães e gatos**. v. 1, São Paulo: Roca, 2009.





# Processos de digestão e digestibilidade dos carboidratos, lipídeos e proteínas e respectivo metabolismo

### Convite ao estudo

Caro aluno, seja muito bem-vindo à Unidade 2 do curso de Nutrição Animal! Você com certeza já deve ter bastante claro em sua mente a importância que tem o conhecimento sobre nutrição animal para sua formação em medicina veterinária. Na primeira unidade de ensino discutimos bastante essa questão, bem como outros conceitos fundamentais para o estudo da nutrição e alimentação animal. Você se lembra de quais pontos foram discutidos?

Foi apresentado um breve histórico sobre nutrição animal e como se deu o interesse por conhecer de forma mais aprofundada os alimentos. Nós discutimos também os conceitos básicos da nutrição animal e os principais termos empregados nesta área do conhecimento. Na sequência, os nutrientes que anteriormente apenas tinham sido definidos foram reapresentados a você, quando discorreremos sobre as principais funções e classificações de cada um. Ainda na Unidade 1, foi realizada uma análise comparativa dos hábitos alimentares, anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal das diferentes espécies animais e finalizamos com tópicos relacionados à ingestão de alimentos e os fatores físicos e fisiológicos que controlam o consumo voluntário dos animais.

Agora estamos na Unidade 2, o tempo passou rápido e você com certeza está interessado em saber o que veremos e quais as competências e objetivos desta nova unidade. Na Unidade 2, as competências específicas são conhecimento e aplicação dos conceitos da digestibilidade dos alimentos. Lembrando que esta

disciplina possui, como competência geral, o conhecimento das bases científicas da nutrição e alimentação animal mediante entendimento da fisiologia digestiva correlacionada à natureza, à composição bromatológica e ao metabolismo dos nutrientes, bem como os fundamentos básicos para a formulação de rações. O objetivo nesta unidade é que você compreenda os processos de digestão e absorção dos nutrientes; a importância e a classificação das vitaminas e dos minerais; e capacitá-lo a assimilar os conceitos digestibilidade e degradabilidade dos alimentos.

Para tanto, iremos abordar nesta primeira seção os processos de digestão e absorção de proteínas, lipídeos e proteínas. Em um segundo momento, você conhecerá as vitaminas e os minerais de forma mais detalhada, quais são estes compostos, classificação e suas principais funções. Na sequência, discutiremos sobre os termos digestibilidade e degradabilidade e as técnicas de avaliação. Vamos lá, iniciar os nossos estudos?

Você deve estar se perguntando qual a importância dos conceitos que serão abordados nesta seção para a disciplina de nutrição animal. Vamos analisar o caso proposto: Patrícia é uma jornalista que herdou de seu pai uma pequena propriedade rural, e como sempre teve interesse em desenvolver uma atividade secundária para complementação da renda, resolve prosseguir com os negócios da família, que consiste na criação de suínos para abate. No entanto, como ela se mudou para outra cidade e se manteve distante da realidade diária da propriedade e não tem conhecimento de nutrição e produção animal, busca um médico veterinário recém-formado que esteja muito preparado e com conhecimentos teóricos bastante fundamentados em nutrição animal. A jornalista resolve iniciar um processo de seleção que consiste em entrevistas e também alguns testes teóricos e práticos para os três candidatos que concorrem à vaga.

Para que possam responder as questões propostas por Patrícia, os candidatos deverão ter conhecimento dos conceitos básicos de nutrição animal, como nutrientes, particularidades anatômicas e fisiológicas do trato gastrointestinal, bem como os processos de digestão e a absorção dos nutrientes, além dos demais conhecimentos específicos que serão abordados nas próximas unidades da disciplina.

Bons estudos!

## Seção 2.1

### Absorção de carboidratos, lipídios e proteínas

#### Diálogo aberto

Caro aluno, seja muito bem-vindo à Unidade 2 do livro didático! A partir de agora iremos abordar principalmente os processos de digestão e a absorção de alguns nutrientes. Estas questões são extremamente importantes para que você prossiga nos estudos em nutrição animal! Você se lembra do caso que abordamos no item *Convite ao estudo*? Vamos relembrá-lo?

“Patrícia é uma jornalista que herdou de seu pai uma pequena propriedade rural, e como sempre teve interesse em desenvolver uma atividade secundária para complementação da renda, resolve prosseguir com os negócios da família, que consiste na criação de suínos para abate. No entanto, como ela se mudou para outra cidade e se manteve distante da realidade diária da propriedade e não tem conhecimento de nutrição e produção animal, busca um médico veterinário recém-formado que esteja muito preparado e com conhecimentos teóricos bastante fundamentados em nutrição animal. Para tanto, a jornalista resolve iniciar um processo de seleção que consiste em entrevistas e também alguns testes teóricos e práticos para os três candidatos que concorrem à vaga”.

Os candidatos que irão participar do processo de seleção a ser realizado por Patrícia deverão ter os conceitos de nutrição animal bastante claros em suas mentes, principalmente quais são os nutrientes essenciais para suínos, quais as particularidades nutricionais e hábitos alimentares dessa espécie, bem como conceitos de digestão dos nutrientes e digestibilidade da dieta como um todo para que possam atuar na granja de Patrícia, caso os candidatos não possuam tais habilidades, estarão automaticamente excluídos do processo de seleção.

Nesta unidade, iremos abordar principalmente a forma como ocorre a absorção dos carboidratos, lipídios e proteínas, o que será bastante importante para prosseguirmos nos estudos de nutrição animal. Esses fatores, associados aos demais apresentados nas próximas seções e unidades da disciplina, serão de fundamental importância para que você se torne apto a desempenhar a função de nutricionista animal.

Vamos iniciar os estudos?

## Não pode faltar

Na Unidade 1 apresentamos os nutrientes e também a anatomia e fisiologia digestiva dos animais monogástricos e ruminantes. Você deve se lembrar que temos importantes diferenças entre as espécies em relação à anatomia do trato gastrointestinal, e que essas diferenças ocorrem tanto dentro do grupo de animais monogástricos como entre os grupos (monogástricos e ruminantes).

Dentro do grupo dos monogástricos você deve se lembrar das aves, as quais possuem particularidades no trato gastrointestinal que as diferencia bastante dos demais monogástricos, como a presença de papo e moela. Já na comparação entre ruminantes e monogástricos, temos diferenças bastante importantes, com os primeiros possuindo três pré-estômagos, o que modifica bastante a fisiologia digestiva destes animais em comparação aos monogástricos. Você deve se lembrar também que os ruminantes, após o terceiro pré-estômago, têm o abomaso, o estômago verdadeiro, e que a partir desta porção a digestão dos componentes da dieta e a absorção dos nutrientes seguem o mesmo esquema dos animais monogástricos. Com isso, nesta seção iremos tratar principalmente da digestão que ocorre após o estômago químico dos animais, seguindo para o intestino delgado e grosso. As particularidades das aves e dos ruminantes serão discutidas nas próximas seções do livro didático, quando abordaremos o manejo nutricional e alimentar dessas espécies.

Como ocorre a digestão dos componentes da dieta e a absorção dos nutrientes? Para facilitar a sua compreensão, iremos dividir o estudo tendo os nutrientes como referência.

### Proteínas

No estômago o pH é bastante baixo, o que está relacionado à presença de ácido clorídrico (HCl), que é essencial para que ocorra o início da digestão das proteínas. O HCl é produzido pelas células parietais do estômago, com ação fundamental da enzima anidrase carbônica. Como isso acontece?

Para que haja produção de ácido clorídrico no estômago, a enzima anidrase carbônica catalisa a reação entre a água e o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para formação de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), esse, por sua vez, se dissocia em íon hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). O hidrogênio passa então da célula para o lúmen do estômago através da troca com potássio, já no lúmen o íon de hidrogênio se liga então ao cloro (Cl), proveniente da corrente sanguínea, formando o ácido clorídrico ( $\text{H} + \text{Cl} = \text{HCl}$ ). E o bicarbonato formado, qual o seu destino?

O bicarbonato é liberado para a corrente sanguínea, o que gera uma elevação do pH, e nesta situação tal alteração recebe o nome de onda alcalina pós-prandial, ou

seja, elevação temporária do pH sanguíneo ocasionado pela refeição. Talvez este seja um termo novo para você, mas com certeza os seus efeitos são bastante conhecidos, já que a onda alcalina pós-prandial reduz a atividade alerta do cérebro, ou seja, há certa sonolência após grandes refeições.

Nos felinos, temos de estar atentos à onda alcalina pós-prandial, evitando que ela seja intensa, pois quando isso ocorre poderá predispor os animais à formação de urólitos de estruvita, por uma consequente elevação do pH urinário e precipitação de minerais. Não fique preocupado, iremos abordar estas questões em seções específicas da disciplina.

Após a liberação de HCl (ácido clorídrico), o que ocorrerá? O HCl irá atuar diretamente na desnaturação proteica, ou seja, no rompimento do arranjo tridimensional da cadeia polipeptídica que facilitará na atuação das enzimas proteases. Além disso, é bastante importante que você saiba que a protease secretada no estômago está em sua forma inativa, zimógeno, pois caso isso não ocorresse, haveria digestão do tecido. Esta enzima secretada no estômago é o pepsinogênio, que após ativação recebe o nome de pepsina, atuando sobre as ligações peptídicas, com degradação desta proteína a oligopeptídeos, ou seja, quebra da proteína em peptídeos (grupos de aminoácidos unidos através de ligações peptídicas). Esta etapa que ocorre no estômago é inicial, há necessidade de ataque às ligações dos peptídeos para liberação dos aminoácidos e consequente absorção.

O quimo, nome dado ao bolo alimentar após as transformações sofridas no estômago, segue então para o intestino delgado, no duodeno ocorre a secreção das enzimas pancreáticas, dentre elas as proteases. Como discutido anteriormente, as proteases são secretadas na forma inativa e são ativadas por outras substâncias ou pelas próprias enzimas. Como isso ocorre no intestino delgado? A secreção das enzimas no duodeno ocorrerá através da ação da CCK (Colecistoquinina), a primeira ativação ocorre pela enteroquinase, do tripsinogênio em tripsina, a qual desencadeará a ativação das demais proteases, quimiotripsinogênio, proelastase, procarboxipeptidase A e B em quimotripsina, elastase e carboxipeptidase A e B, respectivamente. Por que tantas proteases são liberadas para quebra dos oligopeptídeos e liberação de aminoácidos livres?

As enzimas proteolíticas podem ser divididas em endopeptidases, que atuam no interior da cadeia da proteína, e exopeptidases, que atuam nos aminoácidos terminais. Além disso, as enzimas possuem afinidade por aminoácidos específicos, com isso atuarão na quebra das ligações peptídicas entre aminoácidos de preferência, de acordo com a sua classificação.



### Assimile

Você deve se lembrar das aulas de bioquímica que os aminoácidos são classificados de acordo com alguns fatores, como presença de anel aromático, grupo amina ou carboxila no radical, destino no metabolismo e polaridade.

Após a liberação dos aminoácidos livres haverá sua absorção, que ocorre principalmente no jejuno. Para tanto, existem sítios específicos de absorção para os diferentes aminoácidos de acordo com a sua classificação.

Caso haja ainda oligopeptídeos não degradados, nos enterócitos existem peptidases que poderão atuar na liberação de aminoácidos livres ou ainda em dipeptídeos (ligação de dois aminoácidos) ou tripeptídeos (ligação de três aminoácidos), os quais poderão ser absorvidos e, na sequência, dentro da célula, sofrerão ação de peptidases intracelulares que liberarão aminoácidos livres do enterócito para a corrente sanguínea.



### Refleta

Você viu que os aminoácidos possuem sítios específicos de absorção de acordo com suas características moleculares, logo, se temos um desbalanço aminoacídico em determinado alimento, o que você espera que pode ocorrer? Haverá uma competição entre os sítios de absorção e o desbalanceamento se tornará ainda mais relevante, ou seja, determinado aminoácido que utiliza o mesmo sítio de absorção, mas está presente no alimento em baixa quantidade, terá absorção impactada negativamente por competição com outro aminoácido de característica molecular semelhante que está em alta concentração no alimento.

Vale lembrar que na passagem do quimo do estômago para o intestino delgado há necessidade de tamponamento do pH, pois no estômago o pH é bastante baixo, para tanto, no intestino delgado há ação da secretina, hormônio que atuará na liberação de bicarbonato para neutralização do pH do quimo.

## Lipídeos

No estômago há a ação da lipase gástrica, que atuará sobre os lipídeos da dieta, no entanto, a ação desta enzima parece ter pouca expressividade sobre a digestão em comparação à lipase pancreática. Existe ainda em algumas espécies, como nos seres humanos, ruminantes e ratos, a lipase lingual, presente em baixa concentração em cães e ausente em gatos, de acordo com o National Research Council (2006).

Vale lembrar que a digestão pré-duodenal da gordura apresenta importância maior em animais filhotes, com redução de importância com o avançar da idade.

No intestino delgado ocorre a secreção de lipase pancreática, que atuará na digestão dos triglicerídeos da dieta, para tanto é necessário que haja emulsificação dos lipídeos através dos sais biliares, que consiste na redução de gotículas de lipídeos que permite sua dissolução em água, aumentando a superfície de contato com as enzimas, elevando a capacidade de digestão.

A enzima lipase pancreática atuará na liberação dos ácidos graxos dos triglicerídeos. Você deve se recordar que os triglicerídeos nada mais são do que uma molécula de glicerol ligada a três ácidos graxos. A lipase pancreática atuará então na liberação de dois destes ácidos graxos (ácidos graxos que estão na posição 1 e 3) e manterá um ácido graxo (posição 2) ligado ao glicerol, sendo este chamado de monoglicerol. É importante ressaltar que nas micelas, além de ácidos graxos e monoglicerol, estão presentes outras substâncias, como as vitaminas lipossolúveis.

Os produtos da digestão dos triglicerídeos, além de outras substâncias lipídicas, como colesterol, ésteres de colesterol, vitaminas lipossolúveis e lipoproteínas, juntam-se, formando uma estrutura denominada "micela" que apresenta tamanho consideravelmente menor que as gotículas de gordura emulsificadas e rodeadas por sais biliares. As micelas difundem-se até a superfície do enterócito, e os produtos, com exceção dos sais biliares, difundem-se através da membrana lipídica para dentro da célula. Já dentro da célula ocorre a chamada reesterificação da molécula, quando há a incorporação dos ácidos graxos da posição 1 e 3 ao monoglicerol, e estes recebem colesterol, fosfolipídeos e apolipoproteínas e recebem o nome de quilomícrons, que serão liberados para a corrente linfática.

Os sais biliares permanecem no lúmen intestinal e ao alcançarem o íleo existe um sistema específico de absorção, e pelo sistema porta retornam ao fígado tomando parte, novamente, da bile.

É importante relembrar que os ácidos graxos podem ser classificados como ácidos graxos de cadeia curta, média e longa. Os ácidos graxos de cadeia curta, conforme discutido na Seção 1.3, são produzidos pela microbiota presente no intestino grosso dos animais monogástricos e no rúmen e intestino grosso dos ruminantes. A particularidade de importância nesta seção é em relação aos ácidos graxos de cadeia média, que possuem diferenças em relação aos ácidos graxos de cadeia longa, conforme apresentado na Tabela 2.1.



Tabela 2.1 | Comparativo da digestão e absorção de ácidos graxos de cadeia média e longa

Vias	Ácidos graxos de cadeia longa	Ácidos graxos de cadeia média
<b>Digestão</b>		
Hidrólise pela lipase gástrica	Lenta	Rápida
Hidrólise pela lipase pancreática	Rápida	Muito rápida
<b>Transporte no lúmen</b>		
Solubilidade em água	Baixa	Alta
Requerimento de bile para micelarização	Sim	Não
<b>Absorção</b>		
Transporte paracelular	Nenhum	Algum
Reesterificação e formação de quilomícrons	Sim	Não
Rota primária a partir do trato gastrointestinal	Linfática	Sanguínea

Fonte: Laflamme (2016, tradução nossa). Disponível em: <<https://www.purinaveterinarydiets.com/media/1485/getresourceaxd-33.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2016.



### Exemplificando

O óleo de coco é uma fonte de ácidos graxos de cadeia média, e pelas particularidades na digestão, absorção e metabolismo, é bastante utilizado como fonte energética por indivíduos praticantes de atividades físicas.

## Carboidratos

Antes de iniciarmos a discussão sobre a digestão e absorção dos carboidratos, devemos relembrar que os carboidratos podem ser classificados como estruturais (fibras) e não estruturais (amido). Conforme apresentado na Seção 1.2 e pelo tipo de ligação entre os açúcares das fibras, não há a possibilidade de digestão pelas enzimas dos animais, havendo apenas capacidade de aproveitamento pelos microrganismos. Com isso, iremos nos concentrar nesta seção na digestão de carboidratos não estruturais, o amido.

Você se lembra que em algumas espécies há início da digestão do amido na boca? A saliva é composta por diversas substâncias, como água, bicarbonato, potássio, sódio, cloro, cálcio, fósforo, fluoreto, iodeto, lisozimas, imunoglobulina e amilase salivar. A amilase salivar está relacionada ao início da digestão do amido, no entanto a enzima não está presente em todas as espécies, os cães e gatos não apresentam atividade da enzima, já nas aves existe debate sobre a sua existência, mas assim como nos equinos e suínos o tempo reduzido de contato entre a enzima e o alimento, com reduzido tempo do mesmo na boca, repercute em ínfima importância da enzima na digestão do amido.

No intestino delgado o amido sofre ação da enzima amilase pancreática, a qual atuará na hidrólise das ligações interiores alfa-1,4 do amido, no entanto, como a amilase tem baixa afinidade para as ligações mais externas e não realiza a hidrólise das ligações do tipo alfa 1,6 (ramificada), há necessidade de outras enzimas para liberação dos açúcares e sua consequente absorção, estas enzimas são:

- Maltase: ação sobre maltose (duas moléculas de glicose) e maltotriose (três moléculas de glicose);

- Alfa-dextrinase: ação sobre a dextrina limite (hidrolisa a ligação ramificada - alfa-1,6) e na sequência há ação da maltase.

É importante ressaltar que existem ainda as enzimas específicas para açúcares, como é o caso da lactase (hidrólise da lactose) e da sacarase (hidrólise da sacarose).

Com relação à absorção, os açúcares são absorvidos utilizando um sistema de transporte ativo dependente de uma bomba ATPase sódio dependente, com o transporte conjunto da glicose e do sódio, estes mecanismos envolvem transportadores específicos conhecidos como SGLT (transportador ativo de glicose dependente de sódio) e GLUT (transporte facilitado de glicose independente de sódio).



### Pesquise mais

A glicose possui importantes transportadores de membrana. Para que você compreenda como ocorre a absorção, sugerimos que você leia o material *Regulação da absorção intestinal de glicose: Uma breve revisão*, disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/am/v23n2/v23n2a02.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

### Sem medo de errar

Após o estudo dos processos de digestão e absorção de carboidratos, lipídeos e proteínas, vamos resolver a situação-problema proposta no início desta seção

O caso hipotético desta seção é a situação atual de Patrícia, uma jornalista que herdou de seu pai uma pequena propriedade rural, e como sempre teve interesse em desenvolver uma atividade secundária para complementação da renda, resolve prosseguir com os negócios da família, que consiste na criação de suínos para abate. No entanto, como Patrícia se mudou para outra cidade e se manteve distante da realidade diária da propriedade e não tem conhecimento de nutrição e produção animal, ela busca um médico veterinário recém-formado que seja muito preparado e com conhecimentos teóricos bastantes fundamentados em nutrição animal. A

jornalista resolve iniciar um processo de seleção que consiste em entrevistas e também alguns testes teóricos e práticos para aplicar aos três candidatos que concorrem à vaga.

Na primeira etapa do processo de seleção, Patrícia deseja avaliar se os candidatos possuem conhecimento sobre a digestão da proteína bruta da dieta e como ocorre a absorção dos aminoácidos. Para tanto, ela solicita que os candidatos realizem de forma esquemática em um painel os processos de digestão da proteína, tomando como modelo os suínos. Os candidatos deverão considerar todas as alterações do nutriente, da boca ao ânus, bem como alterações no pH sanguíneo que ocorrem durante o processo de digestão do componente da dieta.

Para que possam responder as questões propostas por Patrícia, os candidatos deverão ter conhecimento dos conceitos básicos de nutrição animal, como particularidades anatômicas e fisiológicas do trato gastrointestinal de suínos, bem como da digestão e absorção de nutrientes.



### Atenção!

Esta é uma atividade de fixação, e para que ela seja realizada, você deverá reler o tópico sobre digestão e absorção de proteína apresentado em *Não pode faltar*, e lembrar os conceitos básicos da proteína bruta. Lembrem-se ainda de buscar em outros materiais como os aminoácidos são classificados e como ocorre sua absorção, de acordo com os sítios específicos.

## Avançando na prática

### Avaliação do farelo de amendoim como uma fonte proteica para peixes

#### Descrição da situação-problema

Marina é uma médica veterinária recém-contratada por uma empresa de nutrição animal e desempenhará atividade técnico-comercial na divisão de aquicultura da empresa. Ao avaliar a composição de matérias-primas e teores nutricionais dos alimentos de sua empresa e comparar com os valores dos seus principais concorrentes, observou que as dietas comercializadas por ela apresentam em torno de 0,5% a menos de proteína que um de seus concorrentes. No entanto, dentre as fontes de proteínas utilizadas nas dietas a serem comercializadas por Marina, pelos menos três fontes proteicas estão presentes em todas as dietas: farinha de vísceras de frango, farelo de soja e farelo de glúten de milho 60. Enquanto em todas as dietas comercializadas por seu concorrente, o farelo de amendoim é exclusivamente a única fonte proteica, sem nenhum tipo de suplementação com aminoácidos sintéticos.

Auxilie Marina a criar argumentos técnicos para que ela possa abordar de forma condizente seus potenciais clientes e alavancar as vendas da empresa.



### Lembre-se

Para realizar esta atividade você deverá buscar informações sobre a composição aminoacídica dessas fontes de proteínas, avaliar sua digestibilidade e, por fim, lembrar que o perfil de aminoácidos pode impactar diretamente na taxa de absorção de determinados aminoácidos.

### Resolução da situação-problema

A utilização do farelo de amendoim na dieta animal deve ser avaliada com critério, considerando sempre o nível de inclusão, já que em altas inclusões ou quando é utilizado como exclusiva fonte proteica pode repercutir em redução do desempenho dos animais, seja pela presença de alguns fatores antinutricionais ou perfil de aminoácidos. Fique tranquilo, iremos abordar os fatores antinutricionais com bastante cuidado na Unidade 3 do livro didático.

Com relação especificamente ao perfil de aminoácidos é importante ressaltar que este é um ponto crítico no farelo de amendoim, sendo relatado em algumas pesquisas que sua concentração de lisina e arginina impacta diretamente no desempenho dos animais. Desta forma, tanto a lisina como a arginina (aminoácidos básicos) utilizam o mesmo sítio de absorção, com isso existe uma competição entre ambos, sendo considerados aminoácidos antagonísticos no processo de digestão e absorção, e como o farelo de amendoim possui alta concentração de arginina, a absorção de lisina é impactada negativamente, com efeitos diretos sobre o desempenho dos animais.

Com isso, considerar apenas o teor proteico nas dietas não é correto, Marina deverá utilizar como argumentação a composição das matérias primas das dietas e explicar que 0,5% de superioridade no teor de proteína bruta na dieta à base de farelo de amendoim não diz muito, sendo importante considerar o antagonismo quanto ao aminoácido que ocorre nesta fonte de proteína.



### Faça você mesmo

Sugerimos que você realize uma avaliação do perfil de aminoácidos de diferentes fontes proteicas empregadas na alimentação animal e avalie as possíveis interações aminoacídicas que possam ocorrer em cada um dos ingredientes escolhidos.

**Faça valer a pena**

**1.** De forma geral, no jejuno ocorre a absorção de grande parte dos nutrientes da dieta, com relação especificamente à absorção dos aminoácidos:

I – Existem sítios específicos para a absorção dos aminoácidos, o que está relacionado a suas características moleculares.

II – Existe interação entre os aminoácidos na absorção, com isso pode haver antagonismo entre eles.

III – Os aminoácidos e os lipídeos competem pelos mesmos sítios de absorção, com isso há necessidade de reduzir principalmente o ácido caprílico na dieta para que a absorção de lisina seja adequada.

- a) As afirmações I e II estão corretas.
- b) As afirmações I e III estão corretas.
- c) As afirmações II e III estão corretas.
- d) Apenas a afirmação III está correta.
- e) Todas as afirmações estão corretas.

**2.** A secreção de enzimas pancreáticas no duodeno ocorrerá a partir de qual composto?

- a) CCK (Colecistoquinina).
- b) Secretina.
- c) Pepsina.
- d) HCl (Ácido clorídrico).
- e) Presença de minerais no alimento.

**3.** A ativação do pepsinogênio em pepsina no estômago se dá através de \_\_\_\_\_ e da tripsina em tripsinogênio através de \_\_\_\_\_.

Marque a alternativa que preencha corretamente as lacunas do texto acima:

- a) HCl (Ácido clorídrico); bicarbonato.
- b) HCl (Ácido clorídrico); enteroquinase.
- c) Bicarbonato; HCl (Ácido clorídrico).
- d) Bicarbonato; enteroquinase.
- e) Enteroquinase; CCK (Colecistoquinina).

## Seção 2.2

### Vitaminas e minerais

#### Diálogo aberto

Caro aluno, vamos prosseguir com os estudos da disciplina de Nutrição Animal! Na seção anterior, nós discutimos os mecanismos de digestão da proteína bruta, lipídeos e carboidratos das dietas e a absorção dos aminoácidos, ácidos graxos e açúcares.

Nesta seção, iremos abordar as vitaminas e os minerais, os quais foram apresentados de forma sucinta na Seção 1.2 desta disciplina, quando discutimos os nutrientes presentes nos alimentos. Agora, iremos abordá-los de forma mais aprofundada, principalmente os minerais, classificando-os, apresentando suas principais funções, as alterações nos animais relacionadas às deficiências e aos excessos. Com relação às vitaminas, apresentaremos a classificação de forma sucinta, pois as veremos com mais detalhes em uma seção destinada exclusivamente a elas.

Você deve estar se perguntando: "Há realmente necessidade de compreender a importância dos minerais e das vitaminas nas dietas dos animais?". Os minerais e as vitaminas são componentes das dietas que desempenham diversas funções no organismo e atuam em várias rotas metabólicas, com isso, sua compreensão é extremamente importante, o que impactará sobre a saúde e produtividade dos animais.

Se pensarmos especificamente em sua importância na produção animal, podemos relembrar a situação apresentada na Seção 2.1, na qual tínhamos Patrícia, uma jovem jornalista que herdou de seu pai uma granja de suínos e que agora, para prosseguir na atividade de forma rentável, busca um médico veterinário para atuar em sua empresa. Patrícia está realizando um processo de seleção com três candidatos, os quais na primeira etapa elaboraram painéis explicativos do processo de digestão da proteína bruta da dieta e absorção dos aminoácidos pelos animais. De acordo com o teste aplicado, Patrícia considerou dois candidatos bastante preparados, dentre eles Antônio e Cláudia, enquanto que André apresentou desempenho abaixo do esperado.

Para prosseguir em seu processo de seleção, Patrícia decide conceder uma nova oportunidade a André. Com isso, ela convoca os três candidatos para uma nova etapa do processo de seleção, na qual a contratante deseja que os candidatos realizem um breve relato sobre os minerais na nutrição de suínos, especificamente os minerais

quelatados. Para realizar essa atividade os candidatos deverão compreender quais são os minerais, suas funções e importância na nutrição animal, bem como as interações relacionadas a sua absorção e como tal aplicação pode ser melhorada.

Vamos compreender os conceitos básicos relacionados aos minerais e às vitaminas? No item *Não pode faltar* iremos abordá-los para que você possa se capacitar em nutrição animal.

Vamos lá!

### Não pode faltar

Você lembra que na Seção 1.2 apresentamos os minerais em duas classificações, os microminerais e os macrominerais. Afinal, o que isto significa?

Essa classificação não está relacionada ao tamanho dos minerais, mas sim à sua necessidade pelos animais. Os macrominerais são aqueles que são requeridos pelos animais em teores relativamente elevados (g/kg da dieta, usualmente expresso em porcentagem), enquanto os microminerais são requeridos em teores bastante diminutos (mg/kg e µg/kg da dieta).



### Vocabulário

Os microminerais expressos em mg/kg e µg/kg são usualmente descritos também em ppm (partes por milhão) e ppb (partes por bilhão), respectivamente. Como exemplo, quando desejamos transformar partes por milhão em porcentagem da dieta devemos dividir o valor por 10.000. Por exemplo, se há 10ppm de zinco na dieta, logo podemos expressar também como 0,001% de zinco nesta mesma dieta.

Fonte: NUNES, I. N. **Nutrição básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998.

A essencialidade de um mineral parece ser dependente dos quatro fatores interligados: concentração aproximadamente constante nos tecidos sadios dos animais; deficiências em dietas adequadas em outros nutrientes resultam em aparecimento de anormalidades estruturais e/ou fisiológicas; adição do elemento a dietas deficientes evita ou recupera a anormalidade surgida; anormalidades induzidas por deficiências minerais são acompanhadas por alterações bioquímicas específicas, que são prevenidas ao estado normal quando a deficiência é removida (LLOYD et al., 1978 apud por NUNES, 1998).

Você deve estar se perguntando: "Quais os principais minerais que iremos discutir nesta seção?". Iremos abordar os seguintes:

- Macrominerais: cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro e magnésio.
- Microminerais: manganês, cobre, zinco, ferro, iodo, selênio e cobalto.

## Cálcio e Fósforo

Para discutirmos este item, iremos apresentar o cálcio e o fósforo em conjunto, o que facilitará sua compreensão, já que esses macrominerais possuem um metabolismo bastante relacionado.

O cálcio é o mineral mais abundante em mamíferos e, além de fazer parte de dentes e ossos, apresenta função também na transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, balanço ácido-básico e como segundo mensageiro em reações intracelulares. O fósforo também desempenha diversas funções no organismo dos animais, dentre elas podemos destacá-lo como componente de ossos e dentes, constituinte dos fosfolípidos e fosfoproteínas, participação em sistemas enzimáticos, equilíbrio ácido-base e componente do ATP (adenosina trifosfato). Para os ruminantes, o fósforo apresenta grande importância na nutrição dos microrganismos presentes no rúmen, tendo reciclagem via saliva, e sua deficiência pode impactar negativamente na produção de proteína microbiana e degradação da fibra.

O metabolismo do cálcio e do fósforo está diretamente relacionado à vitamina D, a qual tem funções tanto na absorção e manutenção dos teores sanguíneos dos minerais quanto na reabsorção óssea e excreção desses minerais. Iremos abordar com mais detalhes essas funções na Seção 3.1, que será destinada às vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis. Apenas para adiantar, destacamos que a regulação da calcemia é controlada pela calcitonina, que favorece a deposição de cálcio nos ossos, e pelo PTH (paratormônio) e as formas ativas da vitamina D, que favorecem a reabsorção óssea e a assimilação intestinal de cálcio pela ação da proteína de ligação de cálcio no intestino.

Em relação ao teor desses minerais nas dietas e a taxa de absorção, ressalta-se que em dietas com elevada concentração dos minerais há redução na absorção e o inverso também ocorre, para o cálcio, por exemplo, já foi citado que em dietas com teores reduzidos há ativação de transportador.

Os requerimentos de cálcio e fósforo irão depender da espécie e categoria animal, da mesma forma que os demais nutrientes e minerais, no entanto, tão importante quanto os teores em separado é a relação entre o cálcio e fósforo na dieta, que em média deve estar entre 1:1 a 2:1 de cálcio e fósforo, respectivamente. É importante ressaltar que nos cães, principalmente os de raças grandes e gigantes, muitos tutores



têm a falsa ideia de que os animais necessitam de suplementação de cálcio para crescimento mais expressivo, no entanto este manejo nutricional é incorreto, o excesso de cálcio possui diversos efeitos osteoarticulares deletérios, sendo recomendado pela Federação Europeia da Indústria de Alimentos para Animais de Companhia (FEDIAF) que cães de raças grandes em crescimento necessitam de 1% de cálcio (máximo de 1,8%) e 0,9% de fósforo, com relação ideal de 1:1 (máximo 1,6:1). Já em ruminantes é relatado que relações superiores (7:1) não parecem ter efeitos negativos para os animais, desde que o conteúdo de fósforo da dieta atenda à exigência dos animais.

### Sódio, Potássio e Cloro

Estes elementos estão relacionados ao volume celular e pressão osmótica, permeabilidade da membrana, balanço hídrico e ácido-base, reações enzimáticas, contração muscular e transmissão de impulsos nervosos. O sódio e o cloro apresentam concentração mais elevada no meio extracelular e o potássio no meio intracelular.

As relações entre esses minerais influenciarão o pH dos fluidos orgânicos, que quando desequilibrados podem desencadear uma acidose ou uma alcalose com impacto negativo sobre os organismos, por exemplo, o efeito da acidose sobre o metabolismo ósseo, que tem impacto negativo sobre o metabolismo da vitamina D e a desmineralização óssea.

Os requisitos nutricionais desses minerais estão relacionados à espécie e à categoria, aos tipos de alimentos empregados na formulação, à produção animal, aos fatores climáticos do ambiente, bem como ao grau de atividade, como nos equinos, devido às perdas que ocorrem por sudorese. É importante ressaltar que existe antagonismo entre o sódio e o potássio, havendo redução da absorção do primeiro quando há excesso do segundo. Contudo, quando excluído o antagonismo por uma formulação adequada desses minerais na dieta, é citado que ambos apresentam elevada absorção pelos animais, sendo que a rota preferencial de excreção é a urinária.

Em relação ao cloro é importante lembrar que este mineral é integrante do ácido clorídrico presente no suco gástrico do estômago, que terá grande importância na digestão da proteína bruta da dieta, conforme discutimos na Seção 2.1.



#### Refleta

Com relação ao sódio e ao potássio para ruminantes, é importante destacar que o sódio, no geral, encontra-se deficiente nas forragens tropicais enquanto o potássio tem como fonte principal a forragem. Na deficiência de sódio os animais podem apresentar apetite depravado, lambendo e mastigando objetos como pedras, terra e madeira. A elevação do consumo de potássio eleva a necessidade de sódio na dieta, associado

a isso, as exigências desses minerais em condições de clima quente são maiores por causa do aumento de sua perda pela sudorese.

Reflita, qual a forma de suplementar os ruminantes com sódio?

A resposta está no cloreto de sódio, presente no sal mineral. Discutiremos mais detalhes deste aspecto na Seção 3.2 do livro didático.

## Magnésio

O magnésio apresenta relação com o cálcio e com o fósforo, tanto na sua distribuição pelo corpo como no metabolismo. No trato gastrointestinal, o íon magnésio apresenta um efeito ligeiramente laxativo, efeito antagonista ao íon cálcio que contribui para o endurecimento das fezes. De forma bastante generalista, as funções do magnésio relacionam-se com a constituição de ossos e dentes, bem como sua importância em diversos sistemas enzimáticos.



### Exemplificando

Diversos fatores estão relacionados à absorção dos minerais em geral, podemos citar o magnésio para o qual a absorção é dependente da ionização, de complexos formados e altos níveis de alguns nutrientes na dieta, como a gordura, fósforo, ferro e potássio, que reduzem a biodisponibilidade do mineral, sendo o fósforo pela formação de complexos insolúveis e o cálcio por competições pelos sítios de ligação na membrana.

No entanto, esta interação entre os minerais não se limita ao magnésio, o antagonismo mineral é bastante discutido na nutrição animal.

## Microminerais

Conforme comentamos anteriormente, os microminerais são aqueles exigidos pelos animais em concentrações bastante reduzidas, mas nem por isso não são essenciais. Esses minerais são fundamentais para a saúde e produção animal e sua deficiência impactará negativamente no desempenho dos animais. Na tabela 2.2 são apresentadas as principais funções de alguns microminerais requeridos por todas ou apenas algumas espécies animais.

Tabela 2.2 | Principais funções, excessos e deficiências minerais

Microminerais	Funções
<b>Ferro</b>	Transporte de oxigênio.
<b>Manganês</b>	Atuação em diversos sistemas enzimáticos relacionados ao metabolismo de proteínas, carboidratos e lipídeos, bem como ação sobre enzimas relacionadas à condrogênese.
<b>Cobre</b>	Favorece a absorção de ferro, conversão de tirosina em melanina, síntese de elastina e colágeno, participação em diversos sistemas enzimáticos.
<b>Zinco</b>	Participam de diversas metaloenzimas, sendo citado por alguns autores que este mineral participa de mais de 300 enzimas.
<b>Cobalto</b>	Extrema importância na síntese de vitamina B12 (cianocobalamina) pela microbiota presente no rúmen.
<b>Enxofre</b>	Síntese de compostos sulfurados (exemplo: condroitina, insulina, glutatona e biotina). Nutrição dos microrganismos presentes no rúmen, com importância na síntese de proteína microbiana. Sua reciclagem pela saliva parece não ser muito efetiva, com isso, atenção deve ser dada quando fornecido aos animais nitrogênio não proteico.
<b>Selênio</b>	Metabolismo antioxidante, através da enzima glutatona peroxidase.
Iodo	Componente dos hormônios tireoidianos que regulam o metabolismo basal.

Fonte: McDowell (1992); Nunes (1998); Saad & Saad (2004).



### Assimile

Outro micromineral importante é o cromo, que parece influenciar o metabolismo da glicose, com elevação da sensibilidade à insulina, através da ligação a uma proteína intracelular (apocromodulina) que se torna ativa (cromodulina) e irá sinalizar aos transportadores de glicose (GLUT-4) com captação da glicose.

É importante ressaltar ainda que, assim como as deficiências dos minerais são deletérias para a saúde dos animais, os excessos são tóxicos e comprometem seu desempenho. Dentre as principais alterações observadas em cães e gatos, por exemplo, podemos destacar: raquitismo, osteomalacia, hiperparatireoidismo secundário nutricional na deficiência de cálcio e efeitos negativos sobre o esqueleto e absorção dos demais minerais com seu excesso. Para o cobre há anemia e alterações esqueléticas na deficiência, e toxicidade hepática no excesso. Para o zinco sua deficiência causa dermatose, despigmentação do pelo, retardo do crescimento, alteração na reprodução, enquanto que seu excesso causa impacto negativo em diversos minerais, ou seja, a partir dos exemplos se observa que ambos, deficiências e excessos devem ser evitados.

Com relação à absorção dos minerais, ressalta-se que a presença de alguns fatores antinutricionais nas dietas irão impactar negativamente na sua absorção, dentre estes fatores temos o fitato, com ação sobre o fósforo, e ácido oxálico, sobre o cálcio. Atenção tem sido dada ao fitato, já que este, quando presente na dieta, repercute em baixa absorção de fósforo, com queda do desempenho dos animais e também efeito negativo sobre o meio ambiente, pois a excessiva excreção do mineral está relacionada ao processo de eutrofização. Um parêntese tem de ser aberto para se referir ao fitato, já que este é uma forma de baixa disponibilidade para monogástricos, para os quais há a necessidade de fornecimento de enzima exógena fitase, mas este pode ser hidrolisado (ácido fosfórico e inositol) eficientemente pelas bactérias do rúmen, através da enzima fitase dos microrganismos.

Outro importante aspecto a ser considerado na absorção dos minerais é a atenção que tem sido dada aos minerais quelatados, os quais são ligados a substâncias orgânicas (proteínas, aminoácidos e polissacarídeos) e esta ligação tem efeito benéfico sobre a sua absorção, elevando a sua taxa, reduzindo o antagonismo entre outros minerais e nutrientes, bem como a deposição em tecidos-alvo.

Por fim, em relação às vitaminas, você poderá questionar: elas não serão abordadas nesta seção? Teremos um momento específico para as vitaminas na Seção 3.1 do livro didático. Para adiantar, vale lembrar que as vitaminas são compostos orgânicos presentes nos alimentos em quantidades bastante reduzidas (mg/kg, µg/kg e UI/kg), mas são essenciais para a manutenção da saúde, crescimento e reprodução dos animais.

De forma geral, as vitaminas podem ser classificadas em dois grupos: lipossolúveis (A, E, D e K) e hidrossolúveis (B1 - tiamina, B2 - riboflavina, B3 - niacina, B4 - colina, B5 - ácido pantotênico, B6 - piridoxina, B9 - ácido fólico, B12 - cianocobalamina, H - biotina, C - ácido ascórbico).



### Pesquise mais

Como vimos, os minerais apresentam grande importância na nutrição animal, além disso, temos diversas fontes de minerais a serem utilizadas na alimentação animal. O tema é bastante discutido na nutrição de bovinos, com isso, o material "Aspectos práticos para uma boa mineralização de bovinos". Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/viewFile/513/383>>. Acesso em: 8 maio 2016.

### Sem medo de errar

Você já conheceu as funções dos minerais, bem como a importância do adequado fornecimento para que não ocorram deficiências ou excessos. Você viu também que

há grande interação na absorção dos minerais e que existem estratégias que podem reduzir tal efeito. Agora, vamos resolver a situação-problema proposta?

O caso hipotético desta seção é a situação atual de Patrícia, uma jovem jornalista que herdou de seu pai uma granja de suínos e que agora, para prosseguir na atividade de forma rentável, busca um médico veterinário para atuar em sua empresa. Patrícia está realizando um processo de seleção com três candidatos, que na primeira atividade elaboraram painéis explicativos do processo de digestão da proteína bruta da dieta e absorção dos aminoácidos pelos animais. De acordo com o teste aplicado, Patrícia considerou dois candidatos bastante preparados, dentre eles Antônio e Cláudia, enquanto André apresentou desempenho abaixo do esperado.

Para prosseguir em seu processo de seleção, Patrícia decide conceder uma nova oportunidade a André. Com isso, ela convoca os três candidatos para uma nova etapa na qual a contratante deseja que os candidatos realizem um breve relato sobre os minerais na nutrição de suínos, especificamente os minerais quelatados. Para responder a essa questão os candidatos deverão compreender quais são os minerais, suas funções e importância na nutrição animal, bem como as interações relacionadas a sua absorção e como tal questão pode ser melhorada.

Para resolver a situação-problema proposta nesta seção, você deve se colocar no lugar dos candidatos à vaga e elaborar uma breve explicação sobre as formas de minerais quelatados que temos disponíveis, as principais fontes de minerais quelatados, suas vantagens em relação aos inorgânicos e resultados de pesquisa em suínos.



### Atenção!

Para realizar a atividade você deverá compreender o que são minerais e com quais componentes orgânicos eles podem ser quelatados. Na sequência, deverá buscar dentre os diversos minerais abordados nesta seção àqueles que mais comumente são encontrados na forma quelatada no mercado para alimentação animal. Por fim, após avaliação dos estudos, realize uma tabela com as vantagens desses minerais na suinocultura.

## Avançando na prática

### Desbalanço mineral em alimentos para cães e gatos

#### Descrição da situação-problema

Lúcio é um jovem médico que se preocupa bastante com sua alimentação, e com o objetivo de também fornecer um alimento saudável para seus dois cães filhotes da raça poodle, que ganhou de presente de um amigo, ele buscou na internet algumas receitas de alimentos cozidos para seus cães. Lúcio não buscou auxílio de

um nutricionista animal, apenas iniciou a alimentação dos cães. Após algum tempo, notou que seus cães apresentavam dificuldades de locomoção, dor no membro posterior, deformidade da face e anorexia. O tutor buscou então auxílio de Myla, médica veterinária, para compreender o que está acontecendo com os cães. Ao ser questionado sobre a alimentação dos cães, ele diz fornecer aos animais uma dieta cozida não balanceada por nenhum nutricionista, que a alimentação é constituída basicamente por fubá, músculo e fígado bovino e que nunca suplementou os animais com nenhum tipo de mineral.

O que está ocorrendo com os cães de Lúcio?



### Lembre-se

Para resolução desta questão, você deverá relembrar que o cálcio e o fósforo possuem inter-relação e que estes minerais no organismo são regulados pela vitamina D, PTH (paratormônio) e calcitonina.

Para facilitar a resolução, adiantamos que, dietas à base de carne e sem suplementação mineral possuem desbalanço de cálcio e fósforo.

### Resolução da situação-problema

Myla solicitou radiografia dos animais, dosagem de fosfatase alcalina e PTH e que o tutor descrevesse com detalhes a fórmula da dieta dos animais. Após esta avaliação, a médica veterinária concluiu que a dieta desbalanceada fornecida aos animais desencadeou hiperparatireoidismo secundário nutricional. Tal afecção está associada ao desbalanço da relação cálcio e fósforo da dieta, que leva a um aumento da atividade do PTH pela hipocalcemia, que é encontrada em uma dieta pobre em cálcio, rica em fósforo, ou ambas as situações. Na tentativa de regular a relação cálcio e fósforo, deverá ser realizada a redução da reabsorção tubular de fosfato nos rins, redução da excreção de cálcio e aumento da reabsorção óssea na tentativa de manutenção da relação normal no sangue.



### Faça você mesmo

Busque a relação cálcio e fósforo de alguns cereais e das carnes e avalie os efeitos deletérios de uma dieta mal formulada e sem suplementação para os animais de companhia.

**Faça valer a pena!**

**1.** Dentre alguns microminerais, destacam-se:

- a) Cálcio, fósforo, sódio e potássio.
- b) Cálcio, fósforo, zinco e cobre.
- c) Magnésio, manganês, zinco e cobre.
- d) Magnésio, ferro, sódio e cobre.
- e) Manganês, ferro, cobre e zinco.

**2.** O aumento na deposição de cálcio no tecido ósseo está relacionado à/ ao \_\_\_\_\_.

- a) PTH (Paratormônio).
- b) Calcitonina.
- c) Excesso de fósforo na dieta, que reduz o PTH.
- d) Excesso de fósforo na dieta, que eleva o PTH.
- e) Cobre em altas concentrações.

**3.** Em relação ao cálcio e ao fósforo:

I – Em dietas com relação invertida cálcio e fósforo podem ocorrer hiperparatireoidismo secundário nutricional.

II – Em excesso de cálcio e fósforo na dieta há aumento na absorção destes minerais.

III – A relação entre cálcio e fósforo é bastante extensa em cães e gatos, e pode chegar a 7:1.

- a) Apenas a afirmação I está correta.
- b) Apenas a afirmação II está correta.
- c) Apenas a afirmação III está correta.
- d) As afirmações I e II estão corretas.
- e) As afirmações I e III estão corretas.

## Seção 2.3

### Digestibilidade

#### Diálogo aberto

Caro aluno, iniciaremos agora a Seção 2.3 da disciplina de Nutrição Animal, na qual iremos abordar a digestibilidade das dietas pelos animais. Muitos conceitos discutidos nas seções anteriores convergem para a digestibilidade dos componentes da dieta e absorção dos nutrientes, como pudemos observar na Seção 1.3 e 2.1, nas quais foram abordadas a anatomia e a fisiologia digestiva das diferentes espécies animais e a absorção de carboidratos, lipídeos e proteínas. Você se lembra dos conceitos discutidos na Unidade 2 em seções anteriores do livro didático? Conforme comentado anteriormente, na Seção 2.1 nós discutimos a absorção de carboidratos, lipídeos e minerais e na Seção 2.2 o tema foi vitaminas e minerais, na qual foi dada maior ênfase aos minerais, já que as vitaminas serão abordadas com mais detalhes em seção oportuna (3.1).

Afinal, como os conceitos anteriormente apresentados convergem para o tema desta seção? Como vimos, os nutrientes são essenciais para a manutenção da vida das diferentes espécies animais. Os componentes das dietas sofrem diferentes processos mecânicos, químicos e fermentativos que serão essenciais para que ocorra a absorção dos nutrientes.

Você poderá se perguntar, como a digestibilidade é avaliada na prática, como interpretá-la e qual sua importância na nutrição animal. Para auxiliá-lo na compreensão destas questões, iremos realizar um paralelo com a situação apresentada na Seção 2.1. "Patrícia é uma jovem jornalista que herdou de seu pai uma granja de suínos e agora, para prosseguir na atividade de forma rentável, busca um médico veterinário para atuar em sua empresa. Ela está realizando um processo de seleção com três candidatos, os quais na primeira etapa elaboraram painéis explicativos do processo de digestão da proteína bruta da dieta e absorção dos aminoácidos pelos animais, na segunda etapa discutiram sobre a utilização de minerais quelatados na suinocultura. Em posse destes resultados, Patrícia selecionou dois candidatos para prosseguir no processo de seleção, Antônio e Cláudia, e eliminou o terceiro candidato. Com o objetivo de prosseguir com a seleção, Patrícia pede para que os candidatos elaborem um levantamento de ingredientes de importância em leitões e que correlacionem a fisiologia digestiva destes animais".



No item *Não pode faltar*, iremos abordar as diferentes formas de avaliar a digestibilidade. Vamos lá?!

## Não pode faltar

Conforme apresentado na Seção 1.3, a digestão nada mais é do que a redução dos alimentos e dos compostos nutricionais a um tamanho ou solubilidade que sejam eficientes para permitir a absorção e a utilização pelo organismo. Logo, em nutrição utilizamos o termo digestibilidade para definir a quantidade de componente que sofre o processo de digestão e é absorvido no trato gastrointestinal dos animais.

Vários são os fatores relacionados com a precisão na determinação da digestibilidade, como a fase fisiológica, a duração do período de colheita de amostras, o número de repetições por tratamento, o número de animais por repetição e também as análises laboratoriais.



## Assimile

A digestibilidade é comumente descrita como coeficiente de digestibilidade, pois os valores são expressos em porcentagem. Para sua avaliação são necessários ensaios experimentais, nos quais são incluídas repetições para evitar erros. Por exemplo, um ensaio que possui dois tratamentos e 16 repetições, possui oito repetições por tratamento.

No entanto, em algumas espécies as repetições não são os animais, mas sim as baias/boxes nos quais estão alocados, como exemplo, pode-se citar um experimento com aves, em que foram empregadas cinco repetições com 29 aves em cada repetição, distribuídas em seis tratamentos experimentais, totalizando 870 animais.

Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=4578>>. Acesso em: 20 maio 2016.

É comum os termos digestibilidade e biodisponibilidade serem empregados como sinônimos, mas na realidade a absorção no trato gastrointestinal é pré-requisito para

que o nutriente seja utilizado, mas não demonstra que esteja disponível, por exemplo, alguns aminoácidos que estão presentes em proteínas que foram danificadas pelo calor podem ser absorvidos e excretados na urina, o que, em consequência, indicaria que não se encontram disponíveis para serem utilizadas no metabolismo animal (SIBBALD, 1987 citado por FERREIRA et al., 2009).

Mas, como podemos avaliar a digestibilidade dos componentes da dieta? Existem alguns métodos que são utilizados, dentre eles podemos citar de digestibilidade *in vivo*, *in situ* e *in vitro*. Na digestibilidade *in vivo* temos métodos diretos e indiretos. Para facilitar sua compreensão iremos dividir o conteúdo em digestibilidade em *in vivo*, *in situ* e *in vitro*.



### Exemplificando

Os estudos com digestibilidade dos nutrientes são bastante importantes para a prática do nutricionista animal. A partir desses dados é possível comparar dietas e alimentos, como exemplo, duas dietas (A e B), ambas com 24% de proteína bruta, mas digestibilidade de 70% e 85%, respectivamente, podemos afirmar que a quantidade de proteína absorvida pelo animal será superior na dieta B. No caso de um animal que ingere 600 gramas do alimento, seria o mesmo que dizer que no alimento A há 420 gramas de proteína digestível, enquanto no alimento B tal valor situa-se em 510 gramas de proteína digestível.

## 1. Digestibilidade *in vivo*

Este método apresenta como vantagem a maior acurácia das determinações, como a possibilidade de conhecer as interações entre os alimentos e os animais. No entanto, demandam muito tempo, trabalho e um grande volume de alimento.

### 1.1 Métodos diretos

#### 1.1.1 Coleta total de fezes

Como o próprio nome diz, neste método há coleta total das fezes dos animais por um determinado período pré-estipulado, mas basta apenas coletar as fezes dos animais?

Não, neste método há necessidade de registro diário da quantidade de alimento consumido pelos animais bem como do peso das fezes coletadas durante o período, dados que serão analisados em laboratórios de bromatologia para determinação dos teores de nutrientes e, por fim, através de uma fórmula matemática simples (figura 1) obtém-se o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes.

Figura 2.1 | Coeficiente de Digestibilidade dos Nutrientes

$$\text{Coeficiente de digestibilidade aparente} = \frac{(\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente escretado nas fezes})}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

Fonte: adaptado de SALMAN et al. (2010).

Neste método deve-se tomar cuidado para que as fezes não sejam contaminadas com urina, o que ocasionaria subestimação dos valores da digestibilidade, já que o teor de nitrogênio contido na urina irá ser contabilizado nas fezes e o valor digerido equivocadamente apresentado.

### 1.1.2 Coleta ileal

As amostras coletadas neste método não são fezes, mas sim a digesta presente no íleo terminal dos animais, ou seja, antes de adentrarem ao intestino grosso, quando não haverá mais absorção de proteína, lipídeos e carboidratos, por exemplo, mas apenas a fermentação destes compostos pela microbiota residente. Logo se torna evidente que nesta metodologia há maior acurácia, já que os valores representarão de fato o que os animais digeriram e absorveram.

Para tanto, deve-se realizar a colocação de cânula no íleo dos animais com o objetivo de impedir a ação da microbiota intestinal sobre a digesta. No entanto, este método tem como principal desvantagem questões relacionadas às complicações pós-operatórias, em cães e gatos seu emprego não é realizado, já que infecções pós-cirúrgicas, rotação de cânula, peritonite, enterite e elevado número de óbito foram observados.

### 1.1.3 Correção das perdas endógenas

Quando realizamos apenas a coleta total ou ileal obtemos o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes. Você deve estar se perguntando, por que aparente? Nessas análises existem alguns pequenos erros que estão relacionados ao material coletado, já que nas fezes e no conteúdo ileal não estão presentes apenas os materiais não digeridos pelos animais, mas também substâncias da excreção endógena. Com isso, emprega-se nesses métodos o termo aparente, ou seja, não é exatamente o verdadeiro.

Para ajustar esta questão, pode-se lançar mão de alguns métodos que corrijam a excreção endógena dos animais, o que dará origem à digestibilidade verdadeira.

Dentre os métodos para realizar esta correção, estão: comparação com dados obtidos em ensaios de digestibilidade de animais em jejum; animais alimentados com uma dieta isenta de proteína, o que é questionado no meio científico, já que a excreção endógena é diferente na presença e ausência de proteína na dieta; emprego de diluição de isótopos, contudo apresentam altos custos e elevada complexidade nas avaliações.



### Reflita

Quando se compara uma mesma dieta pelos métodos de coeficiente de digestibilidade aparente com o de correção para a excreção endógena (verdadeira), haverá alguma diferença nos valores obtidos?

A resposta é sim, na digestibilidade verdadeira serão obtidos valores de digestibilidade superiores, isto ocorre pelo fato da ausência de enzimas e outras substâncias digestivas, células de descamação do trato gastrointestinal, mucoproteínas e microrganismos nas fezes. No entanto, a digestibilidade aparente é comumente empregada no meio científico.

## 1.2 Métodos indiretos

Nesta metodologia não há necessidade de contabilização do consumo, do volume fecal e do conteúdo ileal, sendo utilizada uma substância conhecida como indicador (substâncias não indigestíveis), que por ser inerte será parâmetro para avaliação da digestibilidade.

Para ser classificada como indicadora, uma substância deve possuir as seguintes características: ser totalmente indigestível e inabsorvível pelos animais, não apresentar função fisiológica, misturar-se com o alimento e permanecer distribuída com a digesta, possuir método específico, sensível e prático de determinação laboratorial e não causar efeitos colaterais nos animais.

Dentre as substâncias utilizadas como indicadores podemos diferenciá-los em internos (lignina e sílica), aqueles que estão presentes no alimento, e externos (óxido de cromo, dióxido de titânio e óxido de ferro), que são adicionados ao alimento.



### Pesquise mais

Leia o material *Utilização de indicadores para estimar a digestibilidade aparente em gatos*, que traz relevantes informações sobre o uso de indicadores para determinação da digestibilidade dos animais. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v59n2/29.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

## 2. Métodos *in vitro* e *in situ*

Como o próprio nome diz, o método de digestibilidade *in vitro* é realizado em laboratório com simulação das modificações que ocorrem com os nutrientes no trato gastrointestinal dos animais (métodos enzimáticos, químicos, solubilização e NIR's). Essa técnica possui certa divergência em relação aos dados obtidos *in vivo* e por isso é, em geral, pouco utilizada nos estudos com animais monogástricos. Como o processo de digestão é dinâmico, modelos dinâmicos computadorizados têm sido desenvolvidos e testados para simular as condições gastrintestinais de seres humanos, com possibilidade de amostragem do conteúdo em diferentes segmentos que simulam as diferentes porções do trato gastrintestinal.

Sobre os ruminantes existe uma ampla gama de estudos que utiliza a técnica de degradação *in vitro* desenvolvida por Tilley & Terry (1963), que simula os processos de digestão que ocorrem no rúmen e que tem sido muito utilizada por apresentarem valores de digestibilidade condizentes com o *in vivo*. A técnica de digestibilidade *in situ* consiste na avaliação da degradação de alimentos incubados em sacos de náilon porosos, os sacos são mantidos dentro do rúmen de animais fistulados e são removidos em intervalos de tempo determinados.

Não se preocupe, na próxima seção do LD iremos abordar com detalhes a digestibilidade *in situ*.

Você deve estar se perguntando: "Nesses ensaios de digestibilidade não é necessária a coleta de urina?". Para determinação da digestibilidade utilizam-se apenas os valores de fezes e alimento ingerido, no entanto, geralmente há coleta de urina e os animais são mantidos em gaiolas metabólicas. A coleta de urina nos permite conhecer a energia metabolizável dos alimentos.

Você se recorda que na Seção 1.2 abordamos rapidamente a energia dos alimentos? A energia não é um nutriente em si, mas uma "moeda nutricional", ou seja, avaliamos através do aproveitamento completo dos nutrientes (lipídeos, carboidratos e proteínas) a energia potencial que será disponibilizada ao animal para manutenção e produção, a qual é expressa em kcal/kg de alimento.

De forma geral, as dietas e/ou alimentos possuem um teor de energia descrito como energia bruta, ou seja, energia total, no entanto nem toda a energia presente naquela dieta será aproveitada, após as perdas fecais (determinada nos ensaios de digestibilidade) a energia disponível é denominada energia digestível, que também não é completamente aproveitada pelos animais, pois parte da energia é perdida na urina, na forma de compostos nitrogenados e na produção de gases (a excreção de compostos nitrogenados na urina é determinada nos ensaios de digestibilidade com coleta de urina, já a produção de gases é desconsiderada em algumas espécies, como aves, suínos, cães e gatos, por exemplo), sendo ela denominada energia metabolizável. Uma parcela dessa energia, por sua vez, é descontada, já que existem

perdas pelo incremento calórico, ou seja, o calor gerado pelos alimentos para a digestão, absorção, metabolização e excreção dos nutrientes, o que origina a energia líquida (de manutenção e produção), a qual é utilizada pelo animal.

Em aves, suínos, cães e gatos os requerimentos nutricionais são expressos em base de energia metabolizável, já nos ruminantes e equinos, devido à produção de gases, seu impacto na energia metabolizável e dificuldade de determinação, são expressos em energia digestível. Retomaremos novamente estes conceitos nas Seções 3.2, 3.3 e 3.4 do LD.

### Sem medo de errar

Agora que você já conheceu os conceitos básicos de digestibilidade, vamos resolver a situação-problema proposta? O caso hipotético desta seção é a situação atual de Patrícia, uma jovem jornalista que herdou de seu pai uma granja de suínos e agora, para prosseguir na atividade de forma rentável, busca um médico veterinário para atuar em sua empresa. Patrícia está realizando um processo de seleção com três candidatos, que na primeira atividade elaboraram painéis explicativos do processo de digestão da proteína bruta da dieta e absorção dos aminoácidos pelos animais e na segunda elaboraram um relato sobre os minerais na nutrição de suínos, especificamente os minerais quelatados. Após os dados obtidos nas duas primeiras etapas, Patrícia eliminou um dos candidatos do processo seletivo, André, por considerá-lo despreparado para atuar como responsável pela granja. Antônio e Cláudia ainda permanecem na disputa pela vaga.

Patrícia aplicará um último teste para verificar qual candidato será selecionado, e para esta última fase a contratante decide unir os conceitos de anatomia, fisiologia digestiva, absorção de nutrientes e digestibilidade, para avaliar as bases teóricas dos candidatos e a forma como aplicam estes conceitos na prática. Para tanto, Patrícia solicita que os candidatos realizem uma pesquisa sobre o método de coleta total de fezes para estimar a digestibilidade aparente em leitões, discutam como poderiam avaliar a digestibilidade de duas dietas para estes animais (Dieta A: baseada em produtos lácteos e Dieta B: sem produtos lácteos) e, por fim, explanem sobre os resultados esperados neste estudo. Patrícia necessita de um médico veterinário que compreenda artigos científicos e aplique conceitos comprovados em sua granja.

Para realizar a situação-problema proposta nesta seção, você deve se colocar no lugar dos candidatos à vaga e realizar o levantamento sobre os métodos para avaliar alimentos, delineamento deste estudo, bem como discutir os resultados esperados a partir das dietas.



### Atenção!

Para realizar esta atividade, você deverá buscar artigos científicos com estudos de digestibilidade em leitões, na sequência levantar o número de animais empregados e como distribuí-los nos tratamentos experimentais (lembre-se de considerar o número adequado de animais dentro das repetições de cada tratamento).

Por fim, você deverá buscar alterações que ocorrem nas enzimas de leitões com o avançar da idade e se há ou não importância em fornecer produtos lácteos para esses animais.

## Avançando na prática

### Coleta total de fezes e ileal

#### Descrição da situação-problema

Maísa é uma estudante de medicina veterinária que está realizando estágio final em uma fábrica de alimentos para animais de companhia. Em seu estágio, ela passará por diversas áreas da empresa e deverá descrever todas em seu relatório final. Ao terminar seu estágio, Maísa busca artigos científicos para facilitar a elaboração de seu relatório e trabalho de conclusão de curso. No entanto, a estudante se depara com muitos estudos que consideram a coleta total de fezes para determinação da digestibilidade aparente, sendo verificado pela estudante que os estudos pelo método de coleta ileal são mais escassos.



### Lembre-se

Para realizar esta atividade você deverá relembrar de como é realizado o método de coleta ileal de amostras, suas vantagens e desvantagens.

#### Resolução da situação-problema

Maísa deverá inserir em seu relatório que o método de coleta ileal trata-se de uma técnica que possui como vantagem o fato da digesta não sofrer ação da microbiota presente no intestino grosso dos animais e com isso apresentar dados mais fidedignos. No entanto, pelas complicações desta metodologia (infecções da ferida cirúrgica, rotação de cânula, peritonite e enterite), a técnica não é utilizada atualmente para animais de companhia pelo fato de ser bastante invasiva e confrontar com as normas de bem-estar animal.

**Faça valer a pena**

**1.** Em um experimento com aves, um pesquisador decide avaliar quatro dietas (tratamentos experimentais), considerando 6 repetições de 20 aves por tratamento.

Calcule o número total de aves empregadas no estudo:

- a) 24 aves.
- b) 80 aves.
- c) 120 aves.
- d) 480 aves.
- e) 240 aves.

**2.** A \_\_\_\_\_ está relacionada à capacidade de absorver os nutrientes, enquanto que a \_\_\_\_\_ à quantidade de nutrientes absorvidos que poderão ser utilizados para as funções orgânicas.

Marque a alternativa que preencha corretamente as lacunas do texto acima:

- a) Digestibilidade; biodisponibilidade.
- b) Biodisponibilidade; digestibilidade.
- c) Digestibilidade ileal; digestibilidade fecal.
- d) Biodisponibilidade; digestibilidade *in vitro*.
- e) Digestibilidade *in vitro*; digestibilidade *in situ*.

**3.** Um cão ingere 400 gramas de dieta por dia, que apresenta 26% de proteína bruta e 86% de digestibilidade do componente.

Calcule o consumo diário de proteína digestível pelo animal:

- a) 104 gramas.
- b) 89,44 gramas.
- c) 344 gramas.
- d) 41,44 gramas.
- e) 14,56 gramas.





## Seção 2.4

### Degradabilidade

#### Diálogo aberto

Caro aluno, vamos prosseguir com os estudos da disciplina de Nutrição Animal! Na Seção 2.1 do livro didático nós discutimos os mecanismos de digestão da proteína bruta, lipídeos e carboidratos e a absorção dos aminoácidos, ácidos graxos e açúcares, na Seção 2.2 os principais minerais de interesse e na Seção 2.3 como avaliar a digestibilidade das dietas.

Você se lembra que no final da Seção 2.3 abordamos superficialmente a digestibilidade *in situ* e *in vitro*? Fique tranquilo! Nesta seção, iremos discutir de forma mais aprofundada esta temática, dando continuidade à questão do aproveitamento das dietas pelos animais. Abordaremos a degradabilidade dos alimentos, ao que se refere e como avaliá-la na nutrição animal.

Possivelmente você está se perguntando: "Qual a importância da digestibilidade *in vitro* e da degradabilidade *in situ* para o nutricionista animal?". Estas técnicas, assim como as abordadas na Seção 2.3 (digestibilidade *in vivo*), serão de suma importância para avaliação de alimentos, mas este conceito é realmente necessário? Você se lembra do caso de Patrícia, apresentado nas seções anteriores desta unidade? "Patrícia, uma jovem jornalista que herdou de seu pai uma granja de suínos e agora, para prosseguir na atividade de forma rentável, busca um médico veterinário para atuar em sua empresa. Patrícia realizou um processo de seleção e, após alguns testes, a empresária decide pela contratação de Antônio, que em seu entender apresenta maior qualificação para trabalhar com suínos".

No entanto, Patrícia percebe em Cláudia um grande potencial para desenvolvimento de atividade junto à nutrição animal, contudo em nutrição de ruminantes, o que não atende às necessidades atuais de Patrícia. Por isso ela indica a candidata para seleção em uma empresa parceira, que busca uma médica veterinária para desenvolvimento de atividade como analista junto ao departamento de nutrição geral (monogástricos e ruminantes) da empresa. Após realizar a entrevista, o recrutador decide pela contratação de Cláudia e pede que ela realize um levantamento de degradabilidade *in situ* de algumas matérias-primas utilizadas na nutrição de ruminantes, relatório que

será utilizado pelos técnicos da empresa que prestam assessoria para diversas fazendas da região.

Sabendo do criterioso processo de seleção realizado por Patrícia e das informações levantadas anteriormente por Cláudia, seu novo chefe pede para que além do relatório de degradabilidade *in situ* ela organize as informações com as do processo de seleção realizado por Patrícia, que deverá ser disponibilizado para os técnicos da empresa. Cláudia deverá entregar um relatório que identifique e relacione os alimentos com maior grau de digestão em função da fase de produção do animal, criando um procedimento escrito para tal ação.

Vamos compreender os conceitos básicos da degradabilidade?

Mãos à Obra!

### Não pode faltar

Você se recorda do que significa o termo digestibilidade? A digestibilidade está relacionada à porção de alimentos que sofre processo de digestão no trato gastrointestinal dos animais e é aproveitada, ou seja, absorvida. Você deve se lembrar ainda que para avaliar a digestibilidade dos componentes das dietas podemos utilizar algumas técnicas, entre elas a coleta total de fezes, de conteúdo ileal e uso de indicadores (métodos *in vivo*) e ainda uso de outras estratégias, como *in vitro* e *in situ*.



### Refleta

Os ensaios *in vivo* apresentam maior acurácia para se obter o valor nutricional de determinado ingrediente. No entanto, apresentam como desvantagem a logística operacional, tempo, elevada quantidade de alimento e o número de animais empregados.

A técnica de digestibilidade *in situ*, denominada aqui como degradabilidade *in situ*, consiste na avaliação da degradação de alimentos incubados em sacos de náilon ou poliéster porosos. Esses sacos são mantidos dentro do rúmen de animais fistulados, com avaliações em tempos seriados. Na análise, deve-se ficar atento ao tamanho dos poros do tecido, para impedir que ocorram perdas de partículas e ao mesmo tempo permitir que os microrganismos acessem o material.

Com relação especificamente à proteína bruta da dieta, depois de removidas as amostras do rúmen, o componente dietético é quantificado, e três frações são determinadas:

- 1 – Fração A: Fração completamente degradada no rúmen dos animais, constituída por nitrogênio não proteico, proteína rapidamente solubilizada e proteína contida nas pequenas partículas do alimento.
- 2 – Fração B: Proteína insolúvel potencialmente degradável.
- 3 – Fração C: Fração insolúvel no rúmen, independente do tempo de exposição.

Com isso se determina as frações de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR).

Dentre alguns cuidados que devem ser tomados na utilização do método *in situ* estão o tamanho dos poros, disposição e entrada e retirada dos saquinhos, dentre outros, conforme apresentado no quadro 2.1.

Quadro 2.1 | Principais questões que devem ser observadas na técnica de degradabilidade *in situ*

Itens	Recomendações
Nível de Alimentação	Mantença ou voluntário
Material dos sacos	Poliéster ou Náilon
Tamanho dos poros	40 - 60µm
Relação amostra/área de superfície	10 - 15mg/cm²
Peso da amostra (sacos medindo 10 x 15cm)	4,5g
Moagem (concentrado e volumoso)	2mm
Espécie animal	Ruminantes
Número de animais	2
Número de dias	2 - 3
Número de sacos	2 - 3
Posição dos sacos no rúmen	Saco ventral com movimento livre
Ordem de entrada/saída	Entrada sequencial e remoção conjunta
Tempos de incubação	0, 2, 4, 8, 16, 24 e 48h (72h para forragem)
Correção para contaminação microbiana	Sim, para volumosos com baixo teor proteico

Fonte: Vanzant et al. (1998); Broderick, Cochran (2000 apud TEIXEIRA 2014).

Afinal, qual a utilidade da degradabilidade *in situ* e como podemos interpretá-la?

Você se lembra que o rúmen é uma grande câmara de fermentação composta por uma rica comunidade microbiana? Nesta porção do trato gastrointestinal os microrganismos são capazes de degradar os nutrientes (proteína, carboidratos estruturais e não estruturais), bem como biotransformar outros (lipídeos). Conforme discutido nas seções anteriores do livro didático, o rúmen é o primeiro pré-estômago dos animais e após os processos de ruminação e degradação dos nutrientes e produção de compostos, como ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana e produtos nitrogenados oriundos do metabolismo de compostos nitrogenados, a digesta é encaminhada então para o retículo, omaso e abomaso, o último responsável pela digestão química. Com isso, compreender as alterações que ocorrem nos alimentos no rúmen é bastante importante, pois como sabemos, a eficiência dos animais

ruminantes está relacionada a esta câmara fermentativa, na qual os microrganismos possibilitam que alimentos de baixa qualidade nutricional (quando comparados aos utilizados em monogástricos) sejam transformados em produtos de alta qualidade nutricional (carne e leite).

Conforme discutido na seção anterior, a digestibilidade *in vitro* é realizada em laboratório com simulação das modificações que ocorrem nos nutrientes no trato gastrointestinal dos animais. Os resultados obtidos com essa técnica possuem certa divergência em relação aos dados obtidos *in vivo* e por isso é, em geral, pouco utilizada nos estudos com animais monogástricos. Como o processo de digestão é dinâmico, modelos computadorizados têm sido desenvolvidos e testados para simular as condições gastrointestinais de seres humanos, com possibilidade de amostragem do conteúdo em diferentes segmentos que simulam as diferentes porções do trato gastrointestinal.

A técnica para determinação da digestibilidade *in vitro* em ruminantes é dividida em dois estágios. No primeiro, o alimento é incubado por 48h em líquido ruminal, para que as alterações inerentes ao rúmen ocorram no alimento; na sequência, o alimento é incubado por mais 48h em solução ácida de pepsina, com o objetivo de simular as alterações na digestão da proteína que ocorrem no abomaso, porém deixa para trás, no resíduo, a parede celular indigerível das bactérias. Contudo, quando se utiliza no segundo estágio a solução de detergente neutro, todo o material oriundo do desenvolvimento de microrganismos é dissolvido, isto é, não só a proteína dos microrganismos, mas também todos os componentes da parede celular indigerível.

Essa técnica possui como limitação a relação entre o tempo de retenção do alimento no rúmen e a taxa de digestão neste ambiente. Como os componentes da dieta são fermentados no rúmen com geração de gases ou incorporado à massa microbiana, neste sentido, outra técnica tem sido associada à digestibilidade *in vitro*, a qual avalia a taxa de fermentação no rúmen e produção de gás, conhecida como técnica de fermentação *in vitro* por produção de gás, com mensuração através de seringas graduadas.



### Exemplificando

Na técnica da fermentação *in vitro* por produção de gás é possível, por exemplo, compreender a diferença na fermentabilidade de capins de diferentes variedades e idades de corte, bem como comparar entre diferentes concentrados.

A digestibilidade *in vitro* por produção de gás gera uma curva, pois são realizadas mensurações em tempos pré-determinados, o que simulará a fermentação no rúmen.



### Assimile

Os estudos *in vitro* podem apresentar falhas quando não se utiliza adequadamente o inoculo, a solução tampão, bem como os equipamentos responsáveis pelo monitoramento do pH, condição de anaerobiose, manutenção da população microbiana e seus nutrientes essenciais.

Como forma de sumarizar a temática desta seção, pode-se dizer que a técnica *in situ* é usada rotineiramente para estudar os efeitos do ambiente ruminal, enquanto o método *in vitro* é normalmente empregado quando o objetivo é avaliar a degradabilidade de um grande número de alimentos. A digestibilidade *in vitro* deve estar associada à quantificação dos gases produzidos, como resultado da ação microbiana (PINEDO et al., 2008).



### Pesquise mais

Caro aluno, as técnicas *in vitro* e *in situ* podem ser adaptadas (tempo de incubação e etapas a serem conduzidas) nos experimentos de acordo com os objetivos propostos, experiências prévias dos pesquisadores e estrutura dos centros de pesquisa. Dentre estas adaptações segue para que você leia o material *Adaptação de uma técnica "in vitro" para descrição da cinética de degradação ruminal da matéria seca de volumosos*.

Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/COT57.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2016.

## Sem medo de errar

Vamos para a situação-problema desta seção? Você se lembra do caso hipotético desta unidade? Vamos retomá-lo. Patrícia, uma jovem jornalista que herdou de seu pai uma granja de suínos decide prosseguir na atividade de forma rentável, para tanto ela decide contratar um médico veterinário. Patrícia realizou um processo de seleção que participaram três candidatas:

Fase 1 – Elaboração de painéis explicativos do processo de digestão da proteína bruta da dieta e absorção dos aminoácidos pelos animais.

Fase 2 – Realização de um relato sobre os minerais na nutrição de suínos, especificamente os minerais quelatados.

Fase 3 – Pesquisa sobre o método de coleta total de fezes para estimar a digestibilidade aparente em leitões, forma de avaliação da digestibilidade de duas dietas para estes animais (Dieta A: baseada em produtos lácteos e Dieta B: sem produtos

láceos) e explanação sobre os resultados esperados neste estudo.

Após os testes, a empresária decide pela contratação de Antônio, que em seu entender apresenta maior qualificação para trabalhar com a criação de suínos. No entanto, Patrícia percebe em Cláudia um grande potencial para desenvolvimento de atividade junto à nutrição animal, contudo em nutrição de ruminantes, o que não atende às suas necessidades atuais. Por isso ela indica a candidata para o processo de seleção em uma empresa parceira, que busca uma médica veterinária para desenvolvimento de atividade como analista junto ao departamento de nutrição geral (monogástricos e ruminantes) da empresa. Após realizar a entrevista, Cláudia foi então contratada.

Sabendo do criterioso processo de seleção realizado por Patrícia, o novo chefe de Cláudia, Jorge, que acaba de assumir a coordenação do departamento técnico da empresa, solicita que a recém-contratada organize em um relatório os dados gerados por ela no processo de seleção de Patrícia, bem como apresente um levantamento da degradabilidade *in situ* de algumas matérias-primas empregadas na alimentação de ruminantes. Cláudia deverá entregar um relatório que identifique e relacione os alimentos com maior grau de digestão em função da fase de produção do animal, criando um procedimento escrito para tal ação, para que ele seja disponibilizado aos técnicos da fazenda que prestam assessoria a algumas fazendas da região.



### Atenção!

Para realizar esta atividade você deverá se colocar no lugar de Cláudia e unir todas as atividades desta unidade (elaboração de painéis explicativos do processo de digestão da proteína bruta da dieta e absorção dos aminoácidos pelos animais; realização de um relato sobre os minerais na nutrição de suínos, especificamente os minerais quelatados; pesquisa sobre o método de coleta total de fezes para estimar a digestibilidade aparente em leitões, forma de avaliação da digestibilidade de duas dietas para estes animais e explanação sobre os resultados esperados neste estudo; e levantamento da degradabilidade *in situ* das matérias-primas em ruminantes).

## Avançando na prática

**Diferenciando as técnicas de degradabilidade *in situ*, digestibilidade *in vitro* e fermentação *in vitro* por produção de gás**

### Descrição da situação-problema

Martín é um médico veterinário que possui uma pequena propriedade de produção de bovinos de corte no estado do Mato Grosso do Sul, o jovem produtor está atento

à importância da nutrição para o desempenho de seus animais e decide então buscar em artigos científicos maiores informações sobre a digestibilidade de alguns alimentos para bovinos, para melhorar os índices zootécnicos de seu plantel. No entanto, ao ler os materiais selecionados, o médico veterinário se depara com os seguintes termos: degradabilidade *in situ*, digestibilidade *in vitro* e fermentação *in vitro* por produção de gás e não consegue compreender exatamente a diferença entre eles, o que dificulta sua interpretação.



### Lembre-se

Para realizar esta atividade você deverá se colocar no lugar de Martín e localizar no item *Não pode faltar* em que baseia cada um dos métodos.

Lembre-se de que o termo *in situ* está relacionado à avaliação da interação entre o ambiente ruminal e o alimento ao longo do tempo e o termo *in vitro* em simulações laboratoriais.

### Resolução da situação-problema

Para auxiliar Martín nesta atividade você deverá se lembrar que existem diferenças entre os métodos com os quais o personagem se deparou.

- Degradabilidade *in situ*: Baseado em animais fistulados, onde são inseridos saquinhos de tecido com amostra de alimento. Neste método é possível conhecer as alterações que ocorrem nos alimentos no ambiente ruminal ao longo do tempo.
- Digestibilidade *in vitro*: Análises em bancada laboratorial, onde são realizadas etapas que consideram a digestão no rúmen e no abomaso.
- Fermentação *in vitro* por produção de gás: Nesta metodologia há simulação da fermentação que ocorre no rúmen, com mensuração de gás através de seringas graduadas.



### Faça você mesmo

Busque artigos que avaliem a fermentação *in vitro* por produção de gás em diferentes matérias-primas empregadas na alimentação de bovinos. Após este levantamento, realize uma análise comparativa destes ingredientes.



**Faça valer a pena!**

- 1.** Em relação às técnicas de avaliação de alimentos, pode-se afirmar que:
  - a) Coleta total de fezes é um método *in situ*.
  - b) Uso de indicadores é um método *in vitro*.
  - c) O método *in vitro* possui maior acurácia que o método *in vivo*.
  - d) O método *in situ* não utiliza animais, apenas passagens em bancada laboratorial.
  - e) O método *in vivo* apresenta maior acurácia e tem como desvantagem a necessidade de mão de obra, tempo e número de animais.
  
- 2.** A avaliação de alimentos *in situ* possui algumas características especiais.
  - a) A técnica *in situ* consiste na avaliação da fermentação através de seringas graduadas.
  - b) A técnica *in situ* consiste na avaliação através de sacos de náilon ou poliéster no íleo dos animais.
  - c) A técnica *in situ* consiste na avaliação através de sacos de náilon ou poliéster no abomaso dos animais.
  - d) A técnica *in situ* consiste na avaliação através de sacos de náilon ou poliéster no rúmen dos animais.
  - e) A técnica *in situ* consiste na avaliação da degradabilidade através de duas etapas: incubação em líquido ruminal e simulação da digestão verdadeira.
  
- 3.** Em relação às frações da proteína avaliadas na degradabilidade *in situ*:
  - a) Fração A é aquela que não é degradada no rúmen.
  - b) Fração A é aquela que é completamente degradada no rúmen.
  - c) Fração B é aquela que é completamente degradada no rúmen.
  - d) Fração C é aquela que é completamente degradada no rúmen.
  - e) Fração C é aquela é parcialmente degradada no rúmen.

# Referências

- ANDRADE, E. **Análise de alimentos**. São Paulo: Varela, 2006.
- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição Animal**: alimentação animal nutrição animal aplicada. 3. ed. São Paulo: Nobel, 2015.
- BRODERICK, G. A.; COCHRAN, R. C. *In vitro* and *in situ* methods for estimating digestibility with reference to protein degradability. In: THEODOROU, M. K. and FRANCE, J. **Feeding Systems and Feed Evaluation Models**. Wallingford: CAB International, 2000.
- FEDIAF - The European Pet Food Industry Federation. **Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs**. The European Pet Food Industry Federation. Bruxelas: 2013.
- FERREIRA, W. M.; COELHO, C. C. G. M.; STASIENIUK, E. Z. Estratégias para avaliação de alimentos para animais de companhia. In: **International Pet Meeting**. São Paulo: ANFAL PET, 2009.
- FRAPE, D. **Nutrição e alimentação dos equinos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2008.
- LAFLAMME, D. P. **Use of medium chain triglycerides in clinical nutrition**. Purina Research Reports: Saint Louis. Disponível em: <<https://www.purinaveterinarydiets.com/media/1485/getresourceaxd-33.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2016.
- LEWIS, L. D. **Nutrição clínica equina**: alimentação e cuidados. São Paulo: Roca, 2004.
- LLOYD, L. E.; McDONALD, B.E.; CRAMPTON, E.W. **Fundamentals of nutrition**. 2. ed. San Francisco: W. E. Freeman, 1978.
- MCDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. London: Academic, 1992.
- MONTARDO, O. V. **Alimentos e alimentação do rebanho leiteiro**. Guaíba: Agropecuária, 1998.
- MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte**: fundamentos e aplicações. Brasília: EMBRAPA, 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dogs and cats**. Washington: National Academy of Science, National Academy Press, 2006.

NUNES, I. N. **Nutrição básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998.

OLIVEIRA, V. S. et al. Utilização da técnica de produção de gás *in vitro* para estimar a digestibilidade dos alimentos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v.12, 2014.

PINEDO, L. A. et al. Aplicação de técnicas para estudos de avaliação de alimentos *in vitro* e *in situ* para ruminantes. **PubVet - Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, 2008.

REIS, R. A. **Volumosos na Produção de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP - Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão, 2005.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição**: introdução à Bromatologia. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SAAD, F. M. O. B.; SAAD, C. E. P. Minerais e Vitaminas. In: SAAD, F.M.O.B.; SAAD, C.E.P. Apostila. Curso de Pós-Graduação Lato Sensu (Especialização) à Distância em Nutrição e Alimentação de Cães e Gato. Lavras: FAEPE - Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão. 2004. v. 1. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

SAAD, F. M. O. B. Bioética e bem-estar animal aplicado à pesquisa em nutrição de animais de companhia. In: **International Pet Meeting**. São Paulo: ANFAL PET, 2009.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Planejamento dos experimentos com monogástricos. In: SAKAMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP - Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão. 2007.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOUZA, J. P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. 21. ed. Porto Velho: EMBRAPA, 2010.

SANTOS, J. P. F. **Inclusão de Yucca schidigera e zeólita (Clinoptilolita) em alimentos para cães e gatos**: excreção de minerais. 2010. 105 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2010.

SIBBALD, I. R. Estimation of bioavailable amino acids in feeding stuffs for poultry and pigs: a review with emphasis on balance experiments. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 67, 1987.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, R. L. **Inclusão do farelo de amendoim em dietas para juvenis de tilápia do Nilo**. 2012. 42 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Curso de pós-graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista. 2012.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes**: Fisiologia dos Animais Domésticos. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996.

TEIXEIRA, U. H. G. Modelos matemáticos para estimação dos parâmetros da cinética de

degradação ruminal de coprodutos proteicos. 2014. 42 f. (Mestrado em Zootecnia). Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá. 2014.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stages technique for the "*in vitro*" digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v. 18, 1963.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C. Adaptação de uma técnica "*in vitro*" para descrição da cinética de degradação ruminal da matéria seca de volumosos. In: **Comunicado Técnica**: Embrapa, 2006. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/COT57.pdf>>. Acesso em: 03 de jul. 2006. VANZANT, E. S.; COCHRAN R. C.; TITGEMEYER, E. C. Standardization of *In Situ* Techniques for Ruminant Feedstuff Evaluation. **Journal of animal science**, v. 76, 1998.

VASCONCELLOS, R. S.; CARCIOFI, A. C.; OLIVEIRA, L. D.; PRADA, F.; PEREIRA, G. T. Utilização de indicadores para estimar a digestibilidade aparente em gatos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, 2007.

WORTINGER, A. **Nutrição para cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2009.

ZANATTA, C. P.; GABELONI, L. R.; FÉLIX, A. P.; BRITO, C. B. M.; OLIVEIRA, S. G.; MAIORKA, A. Metodologias para determinação da digestibilidade de dietas contendo fontes proteicas vegetal ou animal em cães. **Ciência Rural**, v. 4, 2013.



# Vitaminas e minerais na nutrição animal

### Convite ao estudo

Caro aluno, seja muito bem-vindo à Unidade 3 da disciplina de Nutrição Animal! Já passamos da metade do conteúdo dessa disciplina e agora visualizaremos de forma mais prática os conceitos explorados nas unidades anteriores. Você se lembra de quais pontos foram discutidos?

Na Unidade 1, foi apresentado um breve histórico da nutrição animal e como se deu o interesse por conhecer de forma mais aprofundada os alimentos. Nós discutimos também os conceitos básicos da nutrição animal e os principais termos empregados nessa área do conhecimento. Na sequência, os nutrientes que anteriormente apenas tinham sido definidos foram reapresentados a você e discurremos sobre as principais funções e classificações de cada um. Por fim, finalizamos com uma comparação dos hábitos alimentares, anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal das diferentes espécies animais e tópicos relacionados à ingestão de alimentos e os fatores físicos e fisiológicos que controlam o consumo voluntário dos animais.

Na Unidade 2, foi revisada a forma de digestão dos macronutrientes, bem como o seu processo de absorção. Na sequência, foram apresentados os minerais, a classificação e suas principais funções. Para finalizar a seção, discutimos, nas duas seções subsequentes, a avaliação dos alimentos por meio de testes de digestibilidade e de degradabilidade. As diferentes formas de avaliação foram explanadas, bem como suas vantagens e desvantagens e aplicação nas diferentes espécies animais.

E o que será abordado nesta unidade de ensino?

Na Unidade 3, abordaremos, na Seção 1, as vitaminas, sua classificação, bem como as principais funções de cada uma delas. Na sequência, com os conceitos já abordados nas seções anteriores, iremos aplicá-los na formulação de uma mistura mineral para os ruminantes e, para finalizar, serão apresentados os aditivos e os alimentos de interesse empregados na alimentação animal, conceitos muito importantes para a última unidade de ensino da disciplina.

Porque esses conceitos são importantes para atuação na nutrição animal?

Você se lembra de Cláudia? Na Unidade 2, Patrícia, uma jornalista, herdou de seu pai uma granja de suínos e, para prosseguir na atividade, a jovem decide contratar um médico veterinário para atuação profissional no local. Finalizado o processo de seleção, Patrícia recomenda uma das candidatas para preencher uma vaga de analista em uma empresa de nutrição animal, pois apesar da candidata (Cláudia) não possuir perfil adequado para o cargo disponibilizado por Patrícia, ela se destacou muito em seu processo de seleção. Com isso, nesta unidade de ensino, temos um novo desafio: auxiliar Cláudia com suas atividades em seu novo emprego.

Claudia é uma médica veterinária recém-formada, contratada por uma empresa de nutrição animal que vem passando por algumas mudanças, e a nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e os representantes comerciais com levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, os principais alimentos e aditivos e a formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados por Cláudia serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, bem como para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

Seja muito bem-vindo à nova unidade de ensino da disciplina!

## Seção 3.1

### Vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis

#### Diálogo aberto

Prezado aluno, vamos iniciar os estudos da Unidade 3 do livro didático! Nesta primeira seção, abordaremos conceitos básicos de vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis, quais são essas vitaminas e quais são as suas principais funções. Esses conceitos são importantes para prosseguirmos na disciplina, bem como na próxima unidade de ensino. Você deve estar se perguntando como aplicará os conceitos desta seção em sua futura prática profissional. Você se lembra do caso apresentado no item *Convite ao aluno*?

Na Unidade 2, Patrícia, uma jornalista que herdou de seu pai uma granja de suínos, para prosseguir na atividade, decide contratar um médico veterinário para atuação profissional em sua granja. Finalizado o processo de seleção, Patrícia recomenda uma das candidatas para preencher uma vaga de analista em uma empresa de nutrição animal, pois apesar da candidata (Cláudia) não possuir perfil adequado para o cargo disponibilizado por Patrícia, ela se destacou bastante em seu processo de seleção.

Claudia é uma médica veterinária recém-formada, contratada por uma empresa de nutrição animal que vem desenvolvendo novos produtos. Com isso, a nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e os representantes comerciais com pesquisas científicas para os produtos já comercializados e aqueles que estão sendo desenvolvidos. Para tanto, Cláudia deverá realizar levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, os principais alimentos e aditivos e a formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados pela nova funcionária serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, bem como para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

Para realizar as atividades, Cláudia deverá relembrar alguns conceitos de nutrição animal, bem como realizar pesquisas sobre atualidades em aditivos e alimentos empregados nessa área, sempre visualizando índices zootécnicos para produção. Nesta unidade de ensino, você deverá auxiliar Cláudia em seu desafio profissional, colocando-se em seu lugar.

Para iniciar os estudos desta unidade, nesta seção abordaremos as vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis. Vamos iniciar os estudos?



## Não pode faltar

As vitaminas são substâncias orgânicas essenciais para a manutenção da saúde, crescimento e reprodução e são requeridas em quantidades muito pequenas (mg, µg ou UI/dia). De forma geral, as vitaminas são um grupo heterogêneo, classificadas por sua função e não por sua natureza química; são essenciais ao metabolismo normal dos tecidos, mas não participam como unidades estruturais das células; não são nutrientes que fornecem energia, mas são essenciais para a obtenção da energia dos nutrientes; algumas vitaminas são sintetizadas no trato gastrointestinal pelas bactérias ali presentes.

De forma geral, a classificação das vitaminas baseia-se em lipossolúveis e hidrossolúveis, o que está relacionado à sua solubilidade. Afinal, quais são as vitaminas lipossolúveis e as hidrossolúveis? As vitaminas lipossolúveis são: E, A, D e K e as hidrossolúveis são: as do complexo B e a vitamina C.

De forma muito generalista, pode-se diferenciar as lipossolúveis e as hidrossolúveis da seguinte forma:

- Vitaminas lipossolúveis: necessitam de lipídios para serem absorvidas no intestino e são transportadas ao fígado pela circulação linfática e podem ser armazenadas no organismo, sendo as vitaminas A, D e K no fígado e a E nos tecidos de gordura do corpo e, com isso, há maior predisposição às intoxicações quando as doses diárias ingeridas forem superiores ao máximo recomendado.
- Vitaminas hidrossolúveis: possuem facilidade na absorção e são excretadas pela urina, assim não são armazenadas (com exceção da vitamina B12, que é retida).

### Vitaminas lipossolúveis

**Vitamina A:** é representada por três moléculas biologicamente ativas – retinol, retinal e ácido retinóico. A vitamina A está relacionada à proliferação e à diferenciação das células, como para a produção de mucoproteína pelas células epiteliais, ou seja, na ausência de vitamina A, as células normais são substituídas por células estratificadas, queratinizadas e não funcionais, o que gera lesões no epitélio e aumento da suscetibilidade às infecções. Nesse sentido, Lippman e Meyskens Jr. (1989) relatam que existem uma relação inversa entre o consumo de vitamina A e o risco do desenvolvimento de neoplasias cutâneas.

Além disso, a vitamina A apresenta papel de extrema importância para a visão. Tal questão está relacionada ao fato de a vitamina A combinar-se com uma proteína na púrpura visual (opsina), resultando em um composto (rodopsina) que se rompe no processo fisiológico da visão, como resultado de uma reação fotoquímica. Quando

há dissociação da molécula, é gerado impulso nervoso na célula da retina, transmitido para o cérebro e, dessa forma, possibilitando a visão.



### Pesquise mais

A vitamina A apresenta ainda importante papel sobre a reprodução animal. Você pode compreender melhor esta questão com a leitura do material *Efeito de diferentes dosagens de vitamina A injetável na produção e qualidade de embriões bovinos da raça Nelore*.

AMARAL, Bruno Cesar do et al. **Efeito de diferentes dosagens de vitamina A injetável na produção e qualidade de embriões bovinos da raça nelore**. Lavras – MG, v. 28, n.3, p. 662-667. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n3/24.pdf>> Acesso em: 18 jun. 2016.

As deficiências de vitamina A levam à algumas alterações, como à cegueira noturna, seguida por queratinização dos tecidos epiteliais dos olhos (xeroftalmia), dos pulmões, trato gastrointestinal e redução da secreção mucosa, além de aumento na suscetibilidade às infecções.

Os carotenoides presentes nos vegetais, dentre eles o betacaroteno, o principal exemplo, tratam-se de uma importante fonte de vitamina A para os animais, sendo considerados uma provitamina.



### Refleta

Os animais no geral possuem capacidade de utilizar o betacaroteno como provitamina A, o qual é desdobrado no trato gastrointestinal em retinal e na sequência é reduzido a retinol. No entanto, o gato possui deficiência da enzima relacionada ao desdobramento do betacaroteno. Dessa forma, o que você acha da suplementação de betacaroteno para os felinos?

Essa estratégia nutricional não é adequada para essa espécie, sendo necessário fornecer a vitamina pré-formada para esses animais.

Para finalizar, é importante destacar ainda que a vitamina A possui função sobre o crescimento e o desenvolvimento do esqueleto e partes moles através do seu efeito sobre a síntese proteica e a diferenciação de células ósseas.

**Vitamina E:** Existe uma grande família de compostos com atividade biológica da vitamina E, denominadas tocóis, os tocoferóis e os tocotrienóis, todos constituídos por quatro compostos: alfa, beta, gama e delta.



### Pesquise mais

“De acordo com algumas pesquisas, os isômeros com maior atividade biológica são  $\gamma$ -tocoferol e  $\delta$ -tocoferol, apesar de haver autores que afirmem que o isômero  $\alpha$ -tocoferol é o mais biologicamente ativo *in vivo*, enquanto os isômeros  $\gamma$ -tocoferol e  $\delta$ -tocoferol são os mais biologicamente ativos *in vitro*. Apesar dessa controvérsia, normalmente, a vitamina E apresenta-se como sendo  $\alpha$ -tocoferol, pois é o isômero que tem maior expressão econômica e, assim sendo, logicamente, é sobre esta molécula que recai o maior número de estudos e bibliografia existentes.”

EDITORA INSUMOS. **A vitamina E tocoferóis e tocotrienóis.** Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/189.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/189.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2016.

Esta vitamina possui uma importante ação antioxidante, sendo esta sua principal função discutida nos últimos anos.

Como a vitamina E estabiliza as membranas plasmáticas das células com redução das lesões decorrentes dos radicais livres, torna-se claro que teremos efeito direto sobre o status inflamatório, dermatoses e neoplasias cutâneas, com efeitos benéficos ainda sobre o sistema imunológico dos animais. A deficiência de vitamina E na dieta dos animais está relacionada à redução da fertilidade, bem como alterações dermatológicas do sistema imunológico, degeneração muscular esquelética e retiniana.

Para finalizar, é importante destacar que o nutricionista deve estar atento aos teores de ácidos graxos poli-insaturados e de vitamina E nas dietas, pois estes ácidos graxos são pouco estáveis e, com isso, sofrem maior ação dos radicais livres com o processo de oxidação. Dessa forma, em dietas com elevados teores de ácidos graxos poli-insaturados, faz-se necessário ajuste na vitamina E dietética.

**Vitamina K:** A função mais conhecida da vitamina K é seu papel no mecanismo de coagulação sanguínea, sendo importante para a síntese dos fatores de coagulação. Além disso, a vitamina K está diretamente relacionada ao desenvolvimento precoce do esqueleto e à manutenção do osso maduro.

No geral, a vitamina K está constituída por um grupo de compostos denominados de quinonas, sendo elas:  $K_1$  (filoquinina) de origem vegetal;  $K_2$  (metaquinona) sintetizada por microrganismos;  $K_3$  (metadiona), a forma sintética.

**Vitamina D:** Conforme destacado na Seção 2.2, a vitamina D se apresenta intimamente relacionada ao cálcio e ao fósforo. Muitos animais são capazes de sintetizar a vitamina D através da radiação ultravioleta, processo no qual o 7-deidrocolesterol (presente na pele) sofre uma hidroxilação no fígado e uma segunda hidroxilação no rim, formando a forma ativa, o 1,25-diidroxicolecalciferol (forma ativa da vitamina D).

Ressalta-se que, em cães e gatos, a síntese de vitamina D através da pele parece ser pouco efetiva por haver uma via metabólica competitiva bastante ativa.

Existem aproximadamente 10 provitaminas que após irradiação formam compostos com variável atividade antirraquítica, sendo o colecalciferol (vitamina D3 que ocorre em animais) e ergocalciferol, vitamina D2 que ocorre predominantemente em plantas (MCDOWELL, 1992), as duas principais fontes de vitamina D.

A relação da vitamina D com o cálcio e o fósforo está relacionada à absorção intestinal, à reabsorção renal destes minerais e na manutenção de seus níveis plasmáticos, bem como no metabolismo ósseo, com uma íntima relação com o paratormônio (PTH).

Frente a estas ações da vitamina D, torna-se claro que uma deficiência desta estará relacionada às alterações no metabolismo ósseo e de cálcio e fósforo, sendo visualizado nos animais: raquitismo, osteomalácia e hiperparatireoidismo secundário.

Vitaminas hidrossolúveis

As vitaminas hidrossolúveis atuam principalmente como cofatores enzimáticos, catalisando processos metabólicos. Suas principais funções são apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 | Principais funções das vitaminas hidrossolúveis

Vitaminas	Principais funções
Vitamina B <sub>1</sub> (Tiamina) Vitamina B <sub>2</sub> (Riboflavina)	Metabolismo energético e de carboidratos, tecido neural. Metabolismo energético, da glutatona, e de outras vitaminas (B <sub>3</sub> , B <sub>9</sub> , B <sub>6</sub> , D e K).
Vitamina B <sub>3</sub> (Niacina) Vitamina B <sub>4</sub> (Colina)	Metabolismo energético; replicação e reparo do DNA. Doador de grupo metil para reação de metilação (ação em conjunto com ácido fólico e vitamina B12); Metabolismo de ácidos graxos.
Vitamina B <sub>5</sub> (Ácido Pantotênico) Vitamina B <sub>6</sub> (Piridoxina)	Metabolismo energético. Metabolismo de aminoácidos, ácidos graxos essenciais e niacina; gliconeogênese.
Vitamina B <sub>9</sub> (Ácido fólico)	Metabolismo de aminoácidos e nucleotídeos; síntese de DNA; transferência de carbonos.
Vitamina B <sub>12</sub> (Cianocobalamina)*	Transferência de carbono; transferência de grupo metil (síntese de cisteína).
Vitamina H (Biotina)	Metabolismo de ácidos graxos, aminoácidos não essenciais e ácidos nucleicos.
Vitamina C (Ácido ascórbico)**	Antioxidante; ressalta-se que a vitamina E possui ação sinérgica com a vitamina C, a última regenerando a vitamina E.

Fonte: Nunes (1998), Saad e Saad (2004) e National Reserach Council (2006).  
\*A vitamina B12 apresenta algumas funções únicas dentre as hidrossolúveis, dentre elas: necessidade de fator intrínseco (substância produzida no estômago) para absorção no intestino e capacidade de estocagem, o que não ocorre com as demais hidrossolúveis.  
\*\*A vitamina C é sintetizada a partir da glicose, com isso, na maioria das espécies animais, não há necessidade de inclusão desta vitamina nas dietas. No homem, primatas, cobaia, morcegos frugívoros, alguns pássaros frugívoros, animais invertebrados, insetos e alguns peixes não apresentam capacidade de síntese de vitamina C.

Conforme já citado, as vitaminas são substâncias essenciais para a manutenção da vida. Nesse sentido, a deficiência de uma ou de mais vitaminas, irá predispor a diversos distúrbios metabólicos, resultando em queda na produtividade, no crescimento e no desenvolvimento de doença. Já o aumento na suplementação de certas vitaminas tem efeitos positivos, principalmente quanto à imunidade.



### Assimile

Conheça alguns termos que você pode encontrar em alguns materiais que tratam de vitaminas:

**Hipervitaminose:** excesso de vitaminas que também estão relacionadas aos distúrbios nutricionais.

**Hipovitaminose:** deficiências vitamínicas relacionadas aos teores abaixo do mínimo recomendado para determinada espécie/categoria animal.

**Avitaminose:** ausência de uma determinada vitamina na dieta dos animais.

É importante lembrar que assim como os demais nutrientes, a essencialidade das vitaminas e as exigências nutricionais estão relacionadas à espécie e à fase fisiológica do animal estudado. Para animais ruminantes, por exemplo, a legislação faz referência apenas às vitaminas E, A e D nos suplementos nutricionais, já que as demais parecem ser supridas através da síntese pelos microrganismos presentes no rúmen.



### Exemplificando

Nas dietas para animais, a inclusão das vitaminas e dos microminerais se dá através de misturas denominadas de premix vitamínico-mineral. É importante ressaltar que da mesma forma que nos minerais existem grandes interações entre as vitaminas, além disso, elas são sensíveis a fatores como luminosidade, temperatura, pH, umidade e oxigênio, por exemplo. Nesse sentido, empresas que atuam na produção de premix devem estar atentas para essas interações, para que deficiências vitamínicas não ocorram por erros em estocagem, processamento do alimento e interações entre as vitaminas no premix.

### Sem medo de errar

Após o estudo das vitaminas, vamos resolver a situação-problema proposta no início desta seção?

Você se lembra qual é o caso desta unidade?

Claudia é uma médica veterinária recém-formada, que, após participar de um processo de seleção, foi contratada por uma empresa de nutrição animal que vem desenvolvendo novos produtos. A nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e os representantes comerciais nas novas linhas de produtos e naquelas já comercializadas. Para tanto, Cláudia deverá realizar levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, principais alimentos e aditivos e formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados pela nova funcionária serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, bem como para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

A primeira atividade a ser realizada por Cláudia será uma pesquisa sobre a vitamina D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub>, sua taxa de absorção e valores no mercado. Para fazer a atividade, você deverá colocar-se no lugar de Cláudia e realizar uma pesquisa dos custos dessas vitaminas (consulte empresas de aditivos nutricionais). Na sequência, busque artigos que comparem as fontes estudadas em uma espécie animal, com ênfase nas taxas de absorção e as demais variáveis analisadas no artigo e, em seguida, elabore um relatório de no máximo duas folhas (**Não esqueça de destacar as fontes de informações consultadas**).



#### Atenção

Para realizar a atividade, você deverá relembrar a diferença na origem da vitamina D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub>. Para tanto, volte até o item *Não Pode Faltar* e reveja a seção vitamina D.

### Avançando na prática

#### Efeitos de hipervitaminoses

##### Descrição da situação-problema

Tânia é redatora de uma revista de produção animal e procura por auxílio de um médico veterinário para elaborar um levantamento da estabilidade de algumas vitaminas empregadas em alimentos para animais. Ela busca um material bastante generalista e simples, a fim de usar para elaborar uma tabela e inseri-la em uma chamada para sua próxima matéria. Coloque-se no lugar do médico veterinário que Tânia procurou e realize essa tabela.



### Lembre-se

Para elaborar este material, você deverá realizar uma pesquisa em artigos científicos ou livros sobre nutrição animal.

### Resolução da situação-problema

As deficiências de vitaminas são muito deletérias. Com isso, é importante que o profissional tenha em mente as exigências nutricionais das espécies, bem como as perdas de vitaminas que podem ocorrer durante o processamento dos alimentos e sua estocagem, para que não ocorram deficiências.

Tabela 3.2 | Fatores externos que afetam a estabilidade das vitaminas

Vitaminas	Temperatura	Oxigênio	Umidade	Luz
A	XX	XX	X	XX
D3	X	XX	X	X
E	X	0	X	X
K3	X	X	XX	X
Tiamina (B <sub>1</sub> )	X	X	X	X
Riboflavina (B <sub>2</sub> )	0	0	X	X
Piridoxina (B <sub>6</sub> )	XX	0	X	X
Cianocobalamina (B <sub>12</sub> )	X	X	X	0
Pantotenato de Cálcio (B <sub>5</sub> )	X	0	X	0
Ácido Nicotínico (B <sub>3</sub> )	0	0	0	0
Biotina (H)	0	0	X	X
Ácido fólico (B <sub>9</sub> )	XX	0	X	XX
Vitamina C	0	XX	XX	0

Legenda: 0 = estável; X = de levemente sensível a sensível; XX = muito sensível

Fonte: adaptado de (GADIEN, 1986 apud DSM, 2016).



### Faça você mesmo

Realize um levantamento sobre os principais malefícios da hipervitaminose na nutrição animal. Realize uma tabela separando as vitaminas.

**Faça valer a pena**

**1.** As vitaminas hidrossolúveis atuam principalmente como cofatores enzimáticos, catalisando processos metabólicos. Qual é o nome da vitamina B<sub>5</sub>?

- a) Ácido pantotênico.
- b) Ácido fólico.
- c) Cianocobalamina.
- d) Niacina.
- e) Piridoxina.

**2.** A vitamina D2 é o \_\_\_\_\_ de origem \_\_\_\_\_ e a vitamina D3 é o \_\_\_\_\_ de origem \_\_\_\_\_.

Marque a alternativa que preencha corretamente as lacunas do texto acima:

- a) ergoinositol; animal; coecinositol; vegetal.
- b) colecalciferol; vegetal; ergocalciferol; animal.
- c) colecalciferol; animal; ergocalciferol; vegetal.
- d) ergocalciferol; vegetal; colecalciferol; animal.
- e) ergocalciferol; animal; colecalciferol; vegetal.

**3.** As vitaminas são classificadas em lipossolúveis e hidrossolúveis. Quais são as vitaminas lipossolúveis?

- a) A, D, C e K.
- b) Tiamina, A, D, B<sub>12</sub> e K.
- c) E, A, D e K.
- d) A, D, K e B.
- e) A, C e D.





## Seção 3.2

### Formulação e avaliação mineral

#### Diálogo aberto

Caro aluno, vamos continuar os estudos da unidade de ensino Vitaminas e minerais na nutrição animal? Como apresentamos na seção passada, a partir de agora você visualizará de forma mais prática os conceitos abordados nas Unidades 1 e 2 da disciplina Nutrição Animal, nas quais tratamos de Introdução ao estudo da nutrição e alimentação animal e processos de digestão e digestibilidade dos carboidratos, lipídeos e proteínas e respectivo metabolismo.

Na Seção 3.1, foram apresentadas as vitaminas, sua classificação e as principais funções desempenhadas nos organismos dos animais. Agora, na Seção 3.2, você aplicará os conceitos estudados nas Seções 2.1 e 3.1 e conhecerá aspectos importantes para a formulação de misturas minerais para os animais, com foco principal na produção para os ruminantes.

Como você irá associar esses conceitos? Vamos lembrar a situação-problema desta unidade de ensino? Isto irá lhe auxiliar a compreender como relacioná-los.

Claudia é uma médica veterinária recém-formada, contratada por uma empresa de nutrição animal que vem passando por algumas mudanças e a nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e os representantes comerciais com levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, os principais alimentos e aditivos e a formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados por Cláudia serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, quanto para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

O coordenador de Cláudia designa-a para uma nova função, em que ela deverá condensar um levantamento de mercado de algumas misturas minerais para ruminantes e realizar uma análise crítica comparativa desses produtos.

Iniciaremos agora o estudo de formulações minerais para ruminantes. Vamos lá!

## Não pode faltar

As misturas minerais são largamente empregadas na nutrição de ruminantes (bovinos, caprinos e ovinos), com o objetivo de corrigir as deficiências minerais que ocorrem naturalmente nas forrageiras disponíveis para a alimentação. Com isso, é importante que o técnico que atende os produtores saiba claramente a real importância da suplementação mineral, o que terá efeito direto sob o desempenho dos animais.

Para obter formulações adequadas, os técnicos devem conhecer as exigências nutricionais dos animais, no que tange macro e microminerais, os teores destes nutrientes nos alimentos disponibilizados aos animais, bem como a composição das principais fontes minerais empregadas na alimentação animal.



### Assimile

Não basta apenas conhecer a exigência do animal, pois esse dado é apenas mais uma variável. A composição das forrageiras utilizadas na propriedade, o consumo médio dos animais e a produtividade destes é extremamente importante para uma formulação mineral adequada.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão que regulamenta a produção e a comercialização de alimentos para animais no Brasil e, dentre as diversas legislações, há a Instrução Normativa nº 12 de 11 de outubro de 2012 (BRASIL, 2012), que está relacionada à mineralização de ruminantes, documento no qual o órgão delimita os teores mínimos de minerais e vitaminas que estas misturas devem conter dependendo da categoria animal classificada:

- **Suplemento mineral:** quando possuir na sua composição macro e ou microelemento mineral, podendo apresentar um valor menor que 42% de equivalente proteico.
- **Suplemento mineral com ureia:** quando possuir na sua composição macro e ou microelemento mineral e no mínimo 42% de equivalente proteico.
- **Suplemento mineral proteico:** quando possuir na sua composição macro e ou microelemento mineral, pelo menos 20% de proteína bruta e fornecer no mínimo 30g de proteína bruta por 100kg de peso corporal.
- **Suplemento mineral proteico energético:** quando possuir na sua composição macro e ou microelemento mineral, pelo menos 20% de proteína bruta, fornecer no mínimo 30g de proteína bruta e 100g de NDT por 100kg de peso corporal.

Algumas questões devem ser avaliadas na suplementação de minerais pelos animais, como o consumo de matéria seca, bem como biodisponibilidade das fontes, tipo de apresentação, resistência ao empedramento durante o armazenamento e, no cocho, a ingestão de água e terra.

Com relação especificamente ao consumo de terra, o solo possui alta concentração de ferro e alumínio, minerais que podem reduzir a absorção dos outros pelo antagonismo no trato gastrointestinal. Esse consumo de terra, no geral, está relacionado a uma tentativa de reestabelecer o balanço mineral, o que de fato não ocorre e repercute em efeito negativo.



### Refleta

Na formulação e produção de misturas minerais (sal mineral), o técnico deverá estar atento para alguns fatores, como: biodisponibilidade dos minerais, palatabilidade e contaminantes.

Conforme discutimos na Seção 2.2 do livro didático, as forrageiras no geral possuem baixo teor de sódio, o que faz com que sua deficiência seja generalizada e a mistura mineral, em geral, busca atender a 100% dos requisitos nutricionais desse elemento. No entanto, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Gado de Leite, o fósforo e o sódio não são os únicos minerais que necessitam ser suplementados, pois outros como o zinco, o cobre e o cálcio apresentam deficientes em muitas forrageiras.

Como devemos calcular a quantidade de minerais no sal mineral? Conforme já citado, deve-se estar atento à exigência do animal, à composição da forragem e ao consumo do suplemento.



### Exemplificando

**Temos como exemplo de suplementação de bovinos:**

**Peso corporal dos animais:** 450kg.

**Pastagem:** *Brachiaria brizantha*.

**Consumo médio em base de matéria seca:** 2% do peso vivo = 9kg de matéria seca/dia.

**Concentração média de cálcio e fósforo na pastagem (estação da chuva):** 0,28% e 0,11%, respectivamente.

**Exigência de cálcio e fósforo:** 23g/dia e 15g/dia (NRC, 1996).

Logo, pode-se supor que o animal ingerirá:

**Cálcio:**  $9.000\text{g/dia (consumo de matéria seca pelo animal)} \times 0,28\% = 25,2\text{g/dia}$ , ou seja, o cálcio atende ao mínimo exigido pelo animal.

**Fósforo:**  $9.000\text{g (consumo de matéria seca pelo animal)} \times 0,11\% = 9,9\text{g/dia}$ , ou seja, o fósforo está 5,1g/dia abaixo do mínimo exigido.

Ao considerar a possível deficiência de cobre, zinco, cobalto, iodo, selênio e sódio, deverá proceder com os seguintes cálculos:

**Sódio:**  $9.000\text{g/dia (consumo de matéria seca pelo animal)} \times 0,1\% \text{ de exigência do animal} = 9\text{g/dia}$

**Cobalto:**  $9.000\text{g (consumo de matéria seca pelo animal)} \times 0,1\text{mg/kg de exigência do animal} = 0,9\text{mg/dia}$

**Cobre:**  $9.000\text{g/dia (consumo de matéria seca pelo animal)} \times 10\text{mg/kg de exigência do animal} = 90\text{mg/dia}$

**Iodo:**  $9.000\text{g (consumo de matéria seca pelo animal)} \times 0,5\text{mg/kg de exigência do animal} = 4,5\text{mg/dia}$

**Selênio:**  $9.000\text{g/dia (consumo de matéria seca pelo animal)} \times 0,1\text{mg/kg de exigência do animal} = 0,9\text{mg/dia}$

**Zinco:**  $9.000\text{g (consumo de matéria seca pelo animal)} \times 40\text{mg/kg de exigência do animal} = 360\text{mg/dia}$

Tendo disponíveis as seguintes fontes minerais na região:

**Fosfato bicálcico:** 18% de fósforo

**Cloreto de sódio:** 37% de sódio

**Cloreto de cobalto:** 24% de cobalto

**Sulfato de cobre:** 26% de cobre

**Iodato de potássio:** 59% de iodo

**Selenito de sódio:** 45% de selênio

**Sulfato de zinco:** 23% de zinco

Empregando-se a fórmula:

$$\frac{100 \times \text{ingestão desejada do elemento (g/dia)}}{\text{porcentagem do elemento na fonte}}$$

Tem-se:

**Fósforo:**  $(100 \times 5)/18 = 27,778\text{g/dia}$

**Cloreto de sódio:**  $(100 \times 9)/37 = 24,324\text{g/dia}$

**Cloreto de cobalto:**  $(100 \times 0,9)/24 = 0,004\text{g/dia}$

**Sulfato de cobre:**  $(100 \times 90)/26 = 0,346\text{g/dia}$

**Iodato de potássio:**  $(100 \times 4,5)/59 = 0,008\text{g/dia}$

**Selenito de sódio:**  $(100 \times 0,9)/45 = 0,002\text{g/dia}$

**Sulfato de zinco:**  $(100 \times 360)/23 = 1,565\text{g/dia}$

**Consumo total** = 54,027g/dia

Por fim, deve-se ajustar a mistura para 100kg, usando a fórmula:

Exemplo: Sulfato de zinco:  $(1,565 \times 100)/54,027 = 2,897\text{kg}$  na mistura e assim para todos os demais minerais, com o objetivo de fechar 100kg de mistura.

NICODEMO, Maria Luiza Franceschi. **Cálculo de Misturas Minerais para Bovinos**. In: Documento 109 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Central Nacional Gado de Corte, Campo Grande: MS, 2001, 25p. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/clinicav/AULUSCAVALIERICARCIOFI/doc109-embrapa-suplementos-minerais-bovinos.pdf>> Acesso em: 27 jun. 2016.

É importante relatar que existem disponíveis no mercado diversas misturas minerais, sendo necessário que o técnico avalie a opção mais adequada para o plantel atendido.

Com relação ao consumo de sal mineral, é importante relatar o uso do sódio como balizador deste consumo. Os animais apresentam apetite específico por sal comum, utilizado como veículo para a ingestão de outros minerais. Dessa forma, o sódio acaba sendo utilizado como mineral para ajuste do consumo dos demais minerais, no entanto, apesar desta regulação do consumo por meio do sódio, a ingestão de sal mineral deve ser monitorada de piquete a piquete para evitar deficiências. Além disso, destaca-se que muitos produtos comerciais possuem palatabilizantes em sua

composição, o que é importante para garantir que o animal irá ingerir a quantidade adequada do produto.



### Pesquise mais

Caro aluno, estas são informações generalistas sobre a formulação de sal mineral para bovinos, no entanto o assunto não é tão simples assim. Então, sugerimos que você leia mais materiais para compreensão do assunto, principalmente para entender os mitos sobre o sódio no sal mineral. Dentre os materiais selecionados, apresentamos *Dez mitos do uso do sal mineral para bovinos*.

RAPOSO, Sérgio. **Dez mitos no uso do sal mineral para bovinos**. Disponível em: <<http://sites.beefpoint.com.br/sergioraposo/2014/03/01/dez-mitos-no-uso-do-sal-mineral-para-bovinos/>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

Por fim, é importante estar ciente de que as misturas minerais devem ser utilizadas especificamente para a espécie para a qual foi formulada e não para ruminantes em geral. Como exemplo, podemos citar ovinos e bovinos, pois além do sal mineral de bovinos não atender as exigências dos ovinos, os suplementos formulados para bovinos não podem ser utilizados para os ovinos devido aos níveis de cobre, o que acarreta, muitas vezes, em intoxicação seguida de morte dos ovinos. Já os últimos são sensíveis a altas concentrações deste mineral.

### Sem medo de errar

Você se lembra do caso hipotético desta unidade?

Claudia é uma médica veterinária recém-formada, após participar de um processo de seleção, foi contratada por uma empresa de nutrição animal que vem desenvolvendo novos produtos. A nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e os representantes comerciais nas novas linhas de produtos e naquelas já comercializadas. Para tanto, Cláudia deverá realizar levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, principais alimentos e aditivos e formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados pela nova funcionária serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, quanto para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

Em seu novo desafio, Cláudia deverá buscar misturas minerais para bovinos disponibilizadas no mercado e comparar as concentrações de macro e microminerais presentes nestes produtos.

Você deverá colocar-se no lugar de Cláudia e realizar uma pesquisa de dois produtos comerciais, comparar os teores nutricionais e os valores no mercado (consulte empresas que produzem sal mineral). Na sequência, precisará escolher uma forrageira, avaliar seus teores em minerais, calcular a ingestão de cada uma das misturas e, por fim, elaborar uma análise comparativa de custos.



### Atenção

Para calcular a quantidade de sal a ser administrado aos animais, não utilize os valores do rótulo. Você deverá praticar os cálculos mencionados neste livro didático.

## Avançando na prática

### Quanto devo suplementar de cálcio e fósforo para o meu rebanho?

#### Descrição da situação-problema

Pedro é um produtor de gado de corte que, após realizar uma análise bromatológica de sua forragem, observou os seguintes valores: 0,6% de cálcio, 0,03% de fósforo e 10ppm de sódio (0,001%) em base de matéria seca. Sabendo que a média de peso do lote no piquete da forragem analisada é de 500kg, 2,2% de consumo de matéria seca em base de peso corporal e exigência de 0,35% de cálcio, 0,15% de fósforo e 0,1% de sódio, calcule o balanço mineral e, caso necessário, formule uma mistura para atendimento das exigências.

Considere que Pedro possui disponível fosfato bicálcico (18% de fósforo e 24% de cálcio) e cloreto de sódio – sal comum (40% de sódio) em sua região.



### Lembre-se

Para realizar esta situação, você deverá praticar os cálculos apresentados no item *Não pode faltar*.

#### Resolução da situação-problema

O cálculo é simples: você deverá primeiro determinar o balanço mineral dos animais, para tanto se determina primeiramente a ingestão de matéria seca ( $500 \times 2,2\% = 11\text{kg}$  de matéria seca/dia). A partir desses resultados, é possível calcular a ingestão de minerais e a exigência:

Exigências: Cálcio ( $11\text{kg} \times 0,35\% = 38,5\text{g/dia}$ ); fósforo ( $11\text{kg} \times 0,15\% = 16,5\text{g/dia}$ ); sódio ( $11\text{kg} \times 0,1\% = 11\text{g/dia}$ )



**Ingestão:** Cálcio ( $11\text{kg} \times 0,6\% = 66\text{g/dia}$ ); fósforo ( $11\text{kg} \times 0,03\% = 3,3\text{g/dia}$ ); sódio ( $11\text{kg} \times 0,001\% = 0,11\text{g/dia}$ )

**Balanço mineral:** Cálcio:  $+27,5\text{g/dia}$ , adequado ( $66\text{g/dia}$  de ingestão  $- 38,5\text{g/dia}$  da exigência); fósforo:  $-13,2\text{g/dia}$ , inadequado ( $3,3\text{g/dia}$  de ingestão  $- 16,5\text{g/dia}$  da exigência); Sódio:  $-10,89\text{g/dia}$ , inadequado ( $0,11\text{g/dia}$  de ingestão  $- 11\text{g/dia}$  da exigência)  $= -10,89\text{g/dia}$ .

### Formulação

Fosfato bicálcico com 18% de fósforo e 24% de cálcio.

100g Fosfato bicálcico – 18g de fósforo

xg Fosfato bicálcico – 13,2g de fósforo

$x = 73,33\text{g}$  de fosfato bicálcico

Cloreto de sódio (sal comum) com 40% de sódio

100g de sal – 40g de sal

xg sal – 10,89g de sal

$x = 27,23\text{g}$  Sal

73,33g de Fosfato bicálcico

27,23g de Cloreto de sódio

100,56g de suplemento mineral



### Faça você mesmo

Altere o peso dos animais, o consumo e a composição da forragem e refaça os cálculos para que você fixe os cálculos.

### Faça valer a pena

#### 1. Em relação ao sal mineral:

I – O sal mineral é um produto que deve ser utilizado para os ruminantes devido às carências minerais das forragens.

II – No sal mineral há necessidade de suplementação apenas de microminerais, pois os macrominerais são obtidos das forragens.

III – O sal mineral de ovinos deve possuir alta concentração de cobre em comparação ao de bovinos.

Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a afirmação I está correta.
- b) Apenas a afirmação III está correta.
- c) As afirmações I e II estão corretas.
- d) As afirmações I e III estão corretas.
- e) As afirmações II e III estão corretas.

**2.** O \_\_\_\_\_ é o mineral que está relacionado à regulação do consumo de sal mineral.

Assinale a alternativa que completa a lacuna:

- a) Potássio.
- b) Selênio.
- c) Cálcio.
- d) Fósforo.
- e) Sódio.

**3.** Quais são as vitaminas que a Instrução Normativa 12 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento faz referência a suplementos para bovinos:

- a) A, D e C.
- b) K, B<sub>1</sub> e D.
- c) E, A e D.
- d) E, A e K.
- e) C, D, B<sub>12</sub>.



## Seção 3.3

### Aditivos

#### Diálogo aberto

Caro aluno, vamos prosseguir com os estudos da Unidade 3 do livro didático? Você deve se lembrar que nesta unidade de ensino tratamos de vitaminas na Seção 3.1, na qual apresentamos a classificação desses nutrientes, suas principais funções e a importância na nutrição animal. Na Seção 3.2, foi apresentada a formulação de misturas minerais para animais, na qual você aprendeu como avaliar tais misturas, o que deve ocorrer a partir das exigências dos animais, composição da dieta e da mistura mineral a ser empregada.

Na Seção 3.3, abordaremos os aditivos utilizados na alimentação animal. Nesta seção, você aprenderá como classificamos os aditivos e suas principais funções nos alimentos e para os animais.

Você deve estar se perguntando: "Os aditivos são realmente empregados nos alimentos para animais de companhia e produção?"

Para responder a estas interrogações, vamos avaliar uma nova questão da situação-problema desta unidade de ensino, você se recorda qual?

Claudia é uma médica veterinária recém-formada, contratada por uma empresa de nutrição animal que vem passando por algumas mudanças e a nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e os representantes comerciais com levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, principais alimentos e aditivos empregados e formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados por Cláudia serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, bem como para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

Na primeira atividade, Cláudia realizou uma pesquisa sobre vitaminas  $D_2$  e  $D_3$ , sua taxa de absorção e valores no mercado. Na sequência, Cláudia avaliou as misturas minerais para bovinos disponibilizadas no mercado e comparou as concentrações

dos macro e microminerais presentes nestes produtos. Agora Cláudia tem um novo desafio: ela deverá estudar os aditivos e realizar um relatório técnico.

Vamos conhecer os aditivos? Bons estudos!

## Não pode faltar

Você já deve ter ouvido falar durante seus estudos sobre aditivos empregados na alimentação animal e possivelmente se perguntou: “Como posso defini-los?”. Lembre-se de que na Seção 1.1 do livro didático nós apresentamos superficialmente esse conceito.

De acordo com a Instrução Normativa nº13 de 30 de novembro de 2004, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), os aditivos podem ser definidos como substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente, que normalmente não é utilizado como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano. Logo, fica claro que a utilização de aditivos nos alimentos para animais tem como objetivo proporcionar a utilização mais eficiente das propriedades nutricionais dos alimentos e redução da sua deterioração durante o prazo de estocagem, o que refletirá em produtos de origem animal de melhor qualidade.



### Refleta

“Os aditivos devem ser empregados na quantidade estritamente necessária à obtenção do efeito desejado, sendo obrigatório o cumprimento das condições e das restrições que se tenham imposto no registro referentes à comercialização, utilização ou manipulação do aditivo ou dos produtos que os contenham.” (BRASIL, 2013).

Os aditivos podem ser divididos em algumas classes, sendo elas: tecnológicas, sensoriais, nutricionais, zootécnicas e anticoccidianas (BRASIL, 2004). Dentre os aditivos zootécnicos, existem os melhoradores de desempenho, compostos por antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas. Esta classe de certa forma se confunde com os aditivos exclusivamente classificados como anticoccidianos, sendo importante, para diferenciá-los, ter em mente a dose empregada e a finalidade de uso (melhora do desempenho ou fins terapêuticos).

É importante ressaltar ainda que, para fins de registro, os produtos anticoccidianos,

antimicrobianos e agonistas devem ser avaliados pela divisão de produtos de uso veterinário do MAPA – Decreto nº5.053, de 22 de abril de 2004 (BRASIL, 2004), enquanto que as demais classes pela divisão de alimentação animal, sendo alguns isentos de registro.



### Assimile

Caro aluno, dentre os melhoradores de desempenho, há a monensina sódica, classificada como um antibiótico ionóforo anticoccidíacos.

Os ionóforos são substâncias produzidas por *Streptomyces*, que deprimem ou inibem o crescimento de microrganismos. Essas substâncias foram empregadas inicialmente como coccidíacos para aves, mas, a partir da década de 1970, começaram a ser utilizadas em dietas para ruminantes.



### Pesquise mais

Para você obter mais informações sobre a utilização de ionóforos para ruminantes, sugerimos a leitura do material *Utilização de aditivos ionóforos na produção de bovinos em confinamento*.

GARCIA, Gisela Rojas. COAN, Rogério Marchiori. **Utilização de aditivos ionóforos na produção de bovinos em confinamento**. COAN – Consultoria Avançada em Pecuária. 4p. Disponível em: <<http://www.coanconsultoria.com.br/images/Artigos/Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Aditivos%20Ion%C3%B3foros.pdf>>. Acesso em: 4 jul 2016.

Você poderá também obter mais informações sobre os anticoccidíacos no material *Anticoccidíacos em rações*.

SOAVE, Gevertton Luiz. Anticoccidíacos em rações. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 128, v. 8, n.1, p. 1401-1417, jan./fev. 2011. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/128V8N1P1401\\_1417\\_JAN2011\\_.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/128V8N1P1401_1417_JAN2011_.pdf)>. Acesso em: 5 jul. 2016.

**Aditivos tecnológicos:** possuem finalidade tecnológica, ou seja, na produção, estocagem e *shelf life* (tempo de prateleira) dos alimentos (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 | Aditivos tecnológicos

Item	Função	Alguns representantes
Acidulante e reguladores de acidez	Intensificam o sabor ácido dos alimentos e facilitam a conservação do ponto de vista microbiológico. Já os reguladores da acidez regulam o pH dos alimentos (acidez e alcalinidade, como o hidróxido de sódio).	Ácido fósforo, acético, cítrico, hidróxido de sódio e carbonato de sódio.
Antioxidante	Reduz a oxidação dos alimentos, o que auxilia na preservação da palatabilidade das gorduras e das vitaminas.	BHA, BHT, etoxiquim e extrato de alecrim.
Antiumectante	Reduz as características higroscópicas dos alimentos.	Sílica.
Conservantes	Substâncias que previnem ou inibem que haja crescimento de fungos, bactérias e outros microrganismos que alteram as características dos alimentos.	Ácido benzoico, metilparabeno, propilparabeno, ácido sórbico, nitrato (potássio e sódio), propionato (cálcio, sódio e potássio), sorbato de potássio, ácido fosfórico, metabissulfito de sódio.
Emulsificante	Compostos com estrutura molecular que permite ligar-se às moléculas de água e de gordura, o que permite uma mistura homogênea de fases não miscíveis.	Lecitina de soja.
Estabilizantes	Manutenção do estado físico dos alimentos, por impedirem a separação de fases não miscíveis, mantendo a consistência ou a textura dos alimentos.	Goma guar e xantana.
Umectante	Protege os alimentos da perda de umidade.	Sorbitol, lactato de sódio, glicerol e propilenoglicol.
Espessante	Aumenta a viscosidade dos alimentos.	Carboximetilcelulose, carragena, goma xantana e guar.
Gelificante	Auxiliam na textura do alimento através da formação de um gel.	Pectina, carragena e gelatina.
Adsorvente	Capaz de fixar moléculas	Zeólita

Fonte : Teixeira (1998); Brasil (2004); Manual *Pet Food* Brasil (2012).

**Aditivos sensoriais:** qualquer substância adicionada ao alimento para melhorar ou modificar as propriedades organolépticas destes ou as características visuais do produto (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 | Aditivos sensoriais

Item	Função
Corantes e pigmentantes	Os corantes (naturais ou sintéticos) são substâncias que conferem, intensificam ou restauram a cor de um alimento, enquanto os pigmentantes são fornecidos para um animal vivo com o objetivo de deposição nos tecidos ou serem transferidos para os produtos animais.
Aromatizantes	Confere ou intensifica o aroma dos alimentos.
Palatabilizantes	Produto natural obtido mediante hidrólise enzimática de proteínas de origem animal (fígado e vísceras), com o objetivo de aumentar a atratividade e otimizar a palatabilidade dos alimentos.

Fonte: Teixeira (1998); Brasil (2004); Manual *Pet Food* Brasil (2012).

**Aditivos nutricionais:** toda substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 | Aditivos nutricionais

Item	Função
Vitaminas, provitaminas e substâncias quimicamente definidas de efeitos similares	Efeito nutricional de suplementação.
Oligoelementos ou compostos de oligoelementos	Efeito nutricional de suplementação.
Aminoácidos, sais e análogos Ureia e seus derivados	Efeito nutricional de suplementação. Fonte de nitrogênio não proteico utilizado na alimentação de ruminantes, com o objetivo de elevar a proteína microbiana.

Fonte: Brasil (2004); Manual *Pet Food* Brasil (2012).

**Aditivos zootécnicos:** toda substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 | Aditivos zootécnicos

Item	Função	Alguns representantes
Digestivos	São substâncias que auxiliam na digestão dos alimentos. Com redução da viscosidade da digesta, auxílio na degradação da fibra, proteínas e carboidratos e melhor utilização do fósforo.	Enzimas exógenas (fitase, xilanase, glucanase, pectinase, protease, amilase e celulase).
Equilibradores da microbiota	Os prebióticos, probióticos e simbióticos são substâncias capazes de modular a microbiota presente no trato gastrintestinal dos animais, o que repercute em benefícios digestivos e imunológicos. Já os ácidos orgânicos são substâncias que modulam o pH do trato gastrintestinal e reduzem a colonização de bactérias patogênicas e melhoram a digestibilidade dos nutrientes.	Prebióticos, probióticos, simbióticos e ácidos orgânicos.

Fonte: Teixeira (1998); Brasil (2004); Manual *Pet Food* Brasil (2012).





### Exemplificando

O termo probiótico é derivado do grego e significa “pró-vida”. A definição mais aceita atualmente é a de microrganismos vivos, administrados em quantidades adequadas, que conferem benefícios à saúde do hospedeiro (FAO/WHO 2001). Os prebióticos são definidos como compostos não digeridos pelo organismo animal, mas seletivamente fermentados pelos microrganismos do trato gastrointestinal, estimulando o crescimento e/ou a atividade de alguns destes microrganismos capazes de prover benefícios ao hospedeiro (GIBSON; ROBERFROID, 1995). Já os simbióticos consistem na combinação de substâncias prebióticas e probióticas em um mesmo produto.

Dentre as principais fontes probióticas utilizadas em nutrição animal, destacam-se: *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium thermophilum*, *pseudolongum* e *bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, *latis* e *plantarium*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Streptococcus faecium* e *Enterococcus faecium*. Já entre as substâncias prebióticas, destacam-se: frutoligossacarídeos (FOS), parede celular de levedura, inulina e polpa de beterraba, bem como mais restritas ao meio científico: xiloligossacarídeos (XOS - oligômeros formados por unidades de xilose), galactoligossacarídeos (GOS - compostos por moléculas de galactose ligada à lactose), galactoglucomanana (GGMO - composto por moléculas de galactose, glicose e manose) e transgalactoligossacarídeo (TGOS).



### Pesquise mais

Para cães e gatos, diversos aditivos são utilizados com o objetivo de realçar a saúde dos animais. Sugerimos como leitura complementar o artigo Importância dos aditivos na alimentação de cães e gatos: revisão.

CAPPELLI, Sandro. et al. **Importância dos aditivos na alimentação de cães e gatos**: revisão. PUBNET, v.10, n.3, p.212-223, mar. 2016. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/7a7da6f76ef4e50bce48649192e1fb56.pdf>>. Acesso em: 5 de jul. 2016.

Conforme anteriormente descrito, na classe dos aditivos zootécnicos existem ainda os melhoradores de desempenho, compostos por antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas.



### Pesquise mais

Caro aluno, sugerimos que você leia o material *Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. Ácidos orgânicos e probióticos*, que traz uma interessante comparação entre estes aditivos e explica seus mecanismos de ação.

FARIA, Douglas Emygdio de. et al. **Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte: 2. Ácidos orgânicos e probióticos**. v.10, n.1, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/5886/4765>>. Acesso em: 4 jul. 2016.

### Sem medo de errar

Você se lembra da situação-problema desta unidade?

Claudia é uma médica veterinária recém-formada, após participar de um processo de seleção, foi contratada por uma empresa de nutrição animal que vem desenvolvendo novos produtos. A nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e os representantes comerciais nas novas linhas de produtos e naquelas já comercializadas. Para tanto, Cláudia deverá realizar levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, principais alimentos e aditivos e formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados pela nova funcionária serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, bem como para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

Após realizar pesquisas de vitaminas e formulações de misturas minerais, Cláudia deverá estudar aditivos nutricionais para ruminantes, especificamente a ureia. A médica veterinária deverá buscar informações sobre a substância, seus limites de inclusão, cuidados a serem tomados em relação ao consumo pelos animais, forma de fornecimento e no cocho.

Você deverá colocar-se no lugar de Cláudia e realizar uma pesquisa semelhante, elaborando um relatório técnico sobre a substância e levantar seu custo no mercado.



### Atenção

Você deverá relembrar a importância da ureia para os animais ruminantes e quais os objetivos de sua inclusão. É importante que você tenha em mente que a ureia é um composto tóxico, tolerado pelos ruminantes, mas letal para os monogástricos.

## Avançando na prática

### Uso de moduladores da microbiota sobre a saúde dos animais

#### Descrição da situação-problema

Tânia é uma administradora de empresas que acaba de adotar um filhote de cão. Ela vai a um petshop comprar o alimento para seu novo companheiro e se defronta com uma grande variedade de produtos. Dentre os vários apelos de marketing utilizados pelas empresas, Tânia nota que muitos alimentos possuem em suas composições prebióticos e probióticos e muitos deles abordam um efeito sobre a imunidade dos animais, o que a confunde sobre o papel destas substâncias na saúde deles, fazendo-a buscar auxílio de um médico veterinário.



#### Lembre-se

Para realizar esta situação, você deverá relembrar a função dos prebióticos e dos probióticos.

#### Resolução da situação-problema

Primeiramente, o médico veterinário deverá explicar para Tânia que os prebióticos são fibras fermentáveis, os probióticos, microrganismos vivos e os simbióticos, a combinação de ambos. Na sequência, o médico veterinário precisará esclarecer que estas substâncias possuem diversos mecanismos de ação sobre a saúde dos animais, com atuação sobre a modulação da microbiota intestinal, realçando gêneros bacterianos benéficos e reduzindo os potencialmente patogênicos, além disso, estimulando células do sistema imunológico. Já que foi demonstrado que animais gnotobióticos (*germe-free*) apresentam morfologia intestinal anormal e sistema imune local subdesenvolvido, incluindo diminuição no número total de linfócitos intestinais, perfil de anticorpos alterado e placas de Peyer subdesenvolvidas (SWANSON e FAHEY Jr., 2007) e, dessa forma, a administração desses aditivos poderiam realçar o sistema imunológico (SWANSON et al., 2002; BENYACOUB et al., 2003; SAUTER et al., 2005; CHIZZOTTI 2012; KROLL 2014).



#### Faça você mesmo

Prezado aluno, sugerimos que você pesquise os efeitos dos prebióticos em diferentes espécies animais.

### Faça valer a pena

**1.** Dentre os aditivos nutricionais, têm-se:

- a) Vitaminas, provitaminas e substâncias químicas semelhantes; oligoelementos ou compostos de oligoelementos; aminoácidos, sais e análogos; ureia e seus derivados.
- b) Vitaminas, provitaminas e substâncias químicas semelhantes; oligoelementos ou compostos de oligoelementos, somente.
- c) Vitaminas, provitaminas e substâncias químicas semelhantes; palatilizantes; corantes; oligoelementos ou compostos de oligoelementos; aminoácidos, sais e análogos.
- d) Prebióticos, probióticos e simbióticos; oligoelementos ou compostos de oligoelementos; aminoácidos, sais e análogos; ureia e seus derivados.
- e) Palatilizantes; corantes; antimicrobianos.

**2.** Os corantes e pigmentantes são classificados como aditivos \_\_\_\_\_.

Assinale a alternativa que completa a lacuna:

- a) Nutricionais.
- b) Sensoriais.
- c) Zootécnicos.
- d) Tecnológicos.
- e) Anticoccidianos.

**3.** Em relação aos aditivos:

I – Os aditivos são compostos que possuem ação apenas sobre os animais sem efeito sobre os alimentos.

II – Os aditivos sensoriais visam manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto.

III – Os antioxidantes são aditivos que visam reduzir a oxidação das matérias-primas e alimentos.

Assinale a alternativa correta:

- a) Todas as afirmações estão corretas.
- b) Apenas a afirmação I está correta.

- c) Apenas a afirmação II está correta.
- d) Apenas a afirmação III está correta.
- e) As afirmações II e III estão corretas.

## Seção 3.4

### Alimentos

#### Diálogo aberto

Caro aluno, estamos chegando ao final da Unidade 3 do livro didático da disciplina de nutrição animal. Nesta seção que finaliza a Unidade 3, abordaremos os alimentos empregados nas dietas para animais. Na Seção 3.1, você conheceu as vitaminas, sua classificação e suas funções. Na Seção 3.2, discutimos pontos importantes sobre a formulação de misturas minerais e na Seção 3.3 nós lhe apresentamos alguns aditivos empregados em dietas para animais.

Na abordagem dos alimentos, nós iremos diferenciá-los em volumosos e concentrados (energéticos e proteicos), bem como as principais características dos alimentos contemplados. Nós não iremos nos aprofundar na composição nutricional desses alimentos, mas disponibilizaremos em materiais suplementares.

O tema desta unidade de ensino vem a complementar os demais abordados ao longo da disciplina e será essencial para que você possa prosseguir nos estudos, principalmente nas aulas subsequentes de formulação de alimentos para animais.

Agora vamos relembrar a situação-problema desta unidade de ensino. Você se lembra dela?

Cláudia é uma médica veterinária recém-formada, contratada por uma empresa de nutrição animal, que vem passando por algumas mudanças e a nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e representantes comerciais com levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, principais alimentos e aditivos empregados e formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados por Cláudia serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, bem como para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

Cláudia já está há alguns meses na empresa, já realizou diversas atividades e vem se destacando bastante em seu setor. A funcionária agora deverá realizar uma atividade

em parceria com a equipe de pesquisa e desenvolvimento. Neste novo desafio, Cláudia deverá escolher uma das matérias-primas abordadas nesta seção e formular um sal mineral proteico para bovinos, que além dos minerais também tenha em sua composição vitaminas e pelos menos um aditivo abordado na unidade 3.3 do livro didático.

Vamos conhecer os principais alimentos empregados nas dietas para as diferentes espécies animais!

### Não pode faltar

Lembre-se de que na Seção 1.1 do livro didático nós conceituamos os alimentos. Os alimentos são classificados como “substância que, consumida por um indivíduo, é capaz de contribuir para assegurar o ciclo regular de sua vida e a sobrevivência da espécie a qual pertence” (JACQUOT, BARS e SIMONNET, 1960).

Você deve estar se perguntando se todos os alimentos são iguais. Com certeza não. Os alimentos possuem composição nutricional muito diferente e, nesse sentido, teremos classificações que os agrupam diferentemente. Você já ouviu falar em volumosos e concentrados?

Os alimentos volumosos são aqueles que possuem fibra bruta superior a 18% (fibra em detergente neutro – FDN, igual ou superior a 25%) e NDT (nutrientes digestíveis totais) inferior a 60%. Já os alimentos concentrados possuem composição inversa aos volumosos (menos de 18% de fibra bruta na composição e NDT superior a 60%). No entanto, dentro dos alimentos concentrados, há os proteicos (mais de 20% de proteína bruta) e os energéticos (menos de 20% de proteína bruta).



#### Assimile

Logo, fica claro que os concentrados são aqueles alimentos com baixo teor de fibra bruta, elevada concentração dos demais nutrientes e, conseqüentemente, maior valor calórico, o que é evidenciado pela porcentagem de NDT.



#### Exemplificando

**Alimentos volumosos:** feno, palhadas, rolão de milho, pastagem verde e silagens.

**Alimentos concentrados proteicos:** farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras de frango, farinha de carne, farinha de pena,

farelo de algodão, farinha de peixe, plasma sanguíneo desidratado, levedura seca de cervejaria, glúten de milho, farinha de sangue e farelo de amendoim.

**Alimentos concentrados energéticos:** milho, sorgo, aveia, cevada, centeio, milheto, farelo de arroz, farelo de mandioca, farelo de trigo, tritcale, soro de leite.

Para facilitar o seu processo de ensino-aprendizagem, sugerimos que você pesquise mais materiais que contenham a composição bromatológica de diferentes matérias-primas, isto será muito importante para que você diferencie os alimentos, consiga formular dieta e também avalie aquelas disponíveis no mercado. Dentre os materiais de leitura, sugerimos que você faça o download do arquivo "Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos".

ROSTAGNO, Horacio Santiago et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia, 2011. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br/arquivos/Geral%20Portugu%C3%AAs.pdf>>. Acesso em: 10 de jul. 2016.

Para facilitar o seu aprendizado, apresentaremos rapidamente algumas características de algumas matérias-primas empregadas na alimentação animal:

**Milho:** é um cereal largamente utilizado na alimentação animal, que possui elevado teor de carotenoides (milho amarelo) e teor proteico médio de 8-9%, com deficiência em metionina, lisina, triptofano e de cálcio.

**Sorgo:** os grãos de sorgo são semelhantes nutricionalmente (menor energia e proteína superior com valores entre 8 – 12%) aos de milho, no entanto, com menor palatabilidade, custo mais baixo e alto rendimento por área. É importante ressaltar a presença de tanino (fator antinutricional que impacta negativamente no aproveitamento dos nutrientes e pode repercutir em impacto negativo sobre a saúde dos animais, além de ter sabor adstringente) e o baixo teor de carotenoides e xantofilas.

**Arroz:** Diversos são os produtos obtidos do arroz, como a quirera (elevado valor nutricional, com baixa fibra), farelo integral e desengordurado (produtos de fibra bruta superior). O produto fresco está predisposto ao processo de rancificação, o que ocorre devido ao teor de gordura, além disso, é importante destacar o seu baixo teor de carotenoides.

**Soja:** O grão de soja é um importante oleaginoso produzido no Brasil, com elevado teor de proteína bruta. A partir da soja, diversos produtos são utilizados, como o grão íntegro e tostado, o farelo (obtido após a extração de óleo, valores de proteína entre 44 a 48%), concentrado, hidrolisado, lecitina e óleo de soja, por exemplo. É importante



ressaltar que a soja possui alguns fatores antinutricionais que reduzem a digestibilidade da proteína, no entanto, são substâncias termolábeis, inativadas pelo calor.

**Farinha de carne e ossos:** Trata-se do produto oriundo do processamento industrial de tecido de animais, incluindo ossos, sendo proibida a utilização de pelos, cerdas, couro, cascos, chifres, sangue, fezes, conteúdo estomacal, resíduos animais abatidos em estabelecimentos não autorizados. Existem diversas farinhas de carne e ossos no mercado com valores de proteína bruta que variam de 35 a 63%, da mesma forma os teores de gordura nesta matéria-prima são muito variáveis, sendo importante ressaltar também o elevado teor de minerais.

**Farinha de pena:** Resultante da cocção sob pressão, de penas limpas e não decompostas obtidas do abate de aves. É um produto de elevada proteína bruta (80%), mas de baixa digestibilidade.

**Farinha de vísceras de frango:** É o produto resultante do processamento de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. No entanto, não é permitida a inclusão de penas, resíduos de incubatório e outras matérias-primas estranhas à sua composição. Trata-se de um produto com teores de proteína bruta superior à farinha de carne e ossos, com digestibilidade superior, e matéria mineral inferior, o que facilita o balanceamento de dietas.

**Algodão:** O farelo de algodão é obtido a partir da extração do óleo das sementes, com teor proteico de 30% e 40%. Em relação ao farelo de algodão, é importante que tenha em mente a presença de gossipol, fator antinutricional altamente tóxico para animais monogástricos. Com isso, o farelo de algodão é utilizado em ruminantes, mas mesmo nestes animais deve-se estar atento ao impacto negativo do gossipol na reprodução. O teor de carotenoides também é reduzido.

**Farelo de amendoim:** Da indústria do óleo obtém-se o farelo de amendoim. Na utilização do farelo de amendoim deve-se estar atento à contaminação com micotoxinas e o desbalanço de aminoácidos, o que pode impactar negativamente no desempenho dos animais, conforme discutido na Seção 2.1 do livro didático.

**Glúten de milho:** O farelo de glúten de milho é um subproduto obtido a partir do processamento do milho, por via úmida. Após a separação do gérmen, glúten e amido, através de peneiras e centrifugação, a solução concentrada e a fibra remanescente são secas e moídas, passando a constituir o farelo de glúten de milho. Existem comercialmente dois tipos de farelo de glúten conhecidos: o farelo de glúten de milho 21 (Refinazil) e o farelo de glúten de milho 60 (Protenose).

Em relação à comparação entre as fontes vegetais e de origem animal, é importante ressaltar que nem sempre as de origem animal são superiores. Apesar de intrínseco às fontes de origem vegetal, o relativo elevado teor de componentes fibrosos, alguns fatores antinutricionais e a necessidade de suplementação de aminoácidos sintéticos

para o balanceamento de algumas dietas, como cães, gatos, aves e suínos, por exemplo, estas apresentam menor variação na composição bromatológica quando comparadas às fontes de origem animal, sendo importante estar atento a fatores, como: momento da colheita, secagem e armazenamento, granulometria e micotoxinas, o que impactará na composição e segurança alimentar.

É importante ressaltar, no entanto, que para ruminantes o uso de fontes de origem animal é proibido, com o objetivo de prevenção da encefalopatia espongiforme bovina.



### Refleta

Lembre-se de que para avaliar qualquer alimento devemos sempre considerar os dados em base de matéria seca. Para que possamos classificar os alimentos em volumosos ou concentrados (energéticos ou proteicos) também devemos sempre corrigir os dados dos alimentos para matéria seca.



### Pesquise mais

Caro aluno, leia o material *Alimentos na nutrição de bovinos*, o qual traz informações sobre alguns alimentos.

BARBOSA, Fabiano Alvim. **Alimentos na nutrição de bovinos**. Disponível em: <[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_nutricao\\_bovinos.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm)>. Acesso em: 9 jul. 2016.

## Sem medo de errar

Vamos à situação-problema da unidade!

Cláudia é uma médica veterinária recém-formada, que, após participar de um processo de seleção, foi contratada por uma empresa de nutrição animal, que vem desenvolvendo novos produtos. A nova funcionária, integrante do departamento técnico, deverá auxiliar os formuladores e os representantes comerciais nas novas linhas de produtos e naquelas já comercializadas. Para tanto, Cláudia deverá realizar levantamentos de vitaminas de importância na nutrição animal, principais alimentos e aditivos e formulação de misturas minerais para animais ruminantes. Os arquivos gerados pela nova funcionária serão de grande importância tanto para o desenvolvimento de novos produtos, quanto para a argumentação técnica para o departamento de marketing.

Cláudia já está há alguns meses na empresa, já realizou diversas atividades (pesquisas sobre vitaminas, levantamento de misturas minerais e aditivos) e vem se destacando muito em seu setor. A funcionária agora deverá realizar uma atividade em parceria com a equipe de pesquisa e desenvolvimento. Neste novo desafio, Cláudia deverá escolher ao menos uma das matérias-primas abordadas nesta seção e formular um sal mineral proteico para bovinos, que, além dos minerais, também tenha em sua composição vitaminas e pelos menos um aditivo (ureia ou monensina sódica).

Você deverá se colocar no lugar de Cláudia e realizar a formulação do sal mineral para bovinos. Para esta atividade, você deverá quantificar o consumo de minerais do sal mineral e da forragem, comparando com a exigência dos animais. Releve também o consumo do aditivo, considerando o valor estimado na literatura, para que não haja intoxicações.

Para lhe auxiliar, você poderá utilizar ferramentas para formulação de alimentos para animais, como o software SuperCrac e a planilha Programa Prático para Formulação de Ração – versão Excel 2010 (Desenvolvido na Universidade Estadual Paulista – UNESP/Dracena). Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/home>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

É importante que você realize também os cálculos manualmente para que exercite e se capacite ainda mais na formulação de sais minerais. Acesse, também, o material *Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte* (MARINO e MEDEIROS, 2015), no qual os autores discutem pontos importantes a serem considerados na formulação de misturas minerais para ruminantes e realizam uma comparação entre produtos.

MARINO, Carolina Tobias. MEDEIROS, Sérgio Raposo. **Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte**. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1011222/1/NutricaoAnimalCAPITULO06.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2016.



### Atenção

Ao escolher a fonte proteica, lembre-se de que para ruminantes não se deve utilizar produtos de origem animal.

## Avançando na prática

### Uso de alimentos de sorgo para aves

#### Descrição da situação-problema

Acácio é um estudante de medicina veterinária que está em seu último semestre

da graduação e decide realizar seu estágio em uma granja de galinhas de postura. Ao conversar com o responsável técnico da granja, Acácio verifica que o alto custo do grão de milho tem impactado na atividade e que a empresa tem substituído parte desta matéria-prima pelo grão de sorgo, no entanto tem-se como entrave a questão do uso de pigmentantes na dieta dos animais. Acácio não entende a relação existente entre o sorgo e o uso de pigmentantes e decide buscar auxílio de seu orientador para compreender a questão.



### Lembre-se

Para solucionar a questão, você deverá lembrar-se de o que são pigmentantes, a concentração de carotenoides e xantofilas no sorgo e também fatores que afetam a decisão de compra de ovos pelos consumidores.

### Resolução da situação-problema

O orientador de Acácio deverá lembrá-lo de que o milho é uma importante fonte energética, largamente empregado na alimentação animal, principalmente de aves e suínos. Quando há elevação considerável no custo do milho, o sorgo trata-se de uma matéria-prima utilizada como substitutiva, no entanto este ingrediente possui baixo teor de pigmentantes (xantofilas e carotenos) e, com isso, faz-se necessário sua inclusão na forma de aditivo para coloração das gemas, já que esses pigmentos não podem ser sintetizados pelos animais e, portanto, devem ser obtidos a partir da dieta. É importante ressaltar que a coloração da gema é um importante critério de escolha do ovo por parte dos consumidores, por estes associarem tal fator à qualidade nutricional.



### Faça você mesmo

Caro aluno, sugerimos que você busque mais informações sobre os subprodutos da soja e seu emprego na alimentação animal.

### Faça valer a pena

**1.** Em relação aos alimentos concentrados, assinale a alternativa correta:

- a) Não possuem NDT.
- b) Possuem valor de NDT entre 10 e 20%.
- c) Possuem valor de NDT entre 20 e 30%.
- d) Possuem valor de NDT entre 40 e 50%.
- e) Possuem valor de NDT superior a 60%.

**2.** Um concentrado proteico é caracterizado por:

I – Possuir mais de 20% de proteína bruta.

II – Possuir elevada concentração de fibra bruta (superior a 18%).

III – Valores de NDT inferiores a 60%.

Assinale a afirmativa correta:

- a) Apenas a afirmação I está correta.
- b) Apenas a afirmação II está correta.
- c) Apenas a afirmação III está correta.
- d) As afirmações I e II estão corretas.
- e) As afirmações II e III estão corretas.

**3.** \_\_\_\_\_ é um concentrado energético e o \_\_\_\_\_ é um concentrado proteico. Assinale a alternativa que completa as lacunas:

- a) Milho; farelo de soja.
- b) Farelo de soja; milho.
- c) Sorgo; milho.
- d) Milho; sorgo.
- e) Farinha de pena; glúten de milho.

# Referências

ABINPET. Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. **Manual Pet Food Brasil**. São Paulo.: Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. 6. ed. 2012.

AMARAL, Bruno Cesar do et al. Efeito de diferentes dosagens de vitamina A injetável na produção e qualidade de embriões bovinos da raça Nelore. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras – MG, v. 28, n. 3, p. 662-667, maio/jun. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n3/24.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

ANDRADE, E. **Análise de alimentos**. São Paulo: Varela, 2006.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**: alimentação animal (nutrição animal aplicada). v.2, 3. ed. São Paulo: Nobel, 1983.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**: alimentação animal nutrição animal aplicada. 3. ed. São Paulo: Nobel, 2015.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal, os alimentos. v. 1, 4. ed. São Paulo: Nobel, 1986.

BARBOSA, Fabiano Alvim. **Alimentos na nutrição de bovinos**. Disponível em: <[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_nutricao\\_bovinos.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm)>. Acesso em: 9 jul. 2016.

BENYACOUN, J. et al. Supplementation of food with *Enterococcus faecium* (SF68) stimulates immune functions in young dogs. **Journal of Animal Nutrition**, v. 133, p. 1158-1162, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Aditivos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 5.053**: Aprova o regulamento de fiscalização de produtos de uso veterinário e dos estabelecimentos que os fabriquem ou comerciem e dá outras providências. Brasília - DF, 22 de abril de 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5053.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5053.htm)>. Acesso em: 17 jul. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 13**: Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. Brasília - DF, 30 nov. 2004. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 12:** Regulamento técnico sobre fixação de parâmetros e das características mínimas dos suplementos destinados a bovinos. Brasília - DF, 02 dez. 2004. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=2062798598>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

CAPPELLI, Sandro. et al. **Importância dos aditivos na alimentação de cães e gatos:** revisão. PUBNET, v. 10, n. 3, p. 212-223, mar. 2016. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/7a7da6f76ef4e50bce48649192e1fb56.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

CASE, L.; et al. **Canine and feline nutrition:** a resource for companion animal professionals. 3. ed. Missouri: Elsevier, 2011.

CHIZZOTTI, Ana Flávia. **Níveis crescentes de mannanoproteína sobre a digestibilidade, imunidade e microbiota de cães adultos.** 91f. 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras: MG, 2012. Disponível em: . <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1461/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_N%C3%ADveis%20de%20manano%20prote%C3%ADna%20sobre%20a%20digestibilidade,%20imunidade%20e%20microbiota%20fecal%20de%20c%C3%A3es%20adultos.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1461/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_N%C3%ADveis%20de%20manano%20prote%C3%ADna%20sobre%20a%20digestibilidade,%20imunidade%20e%20microbiota%20fecal%20de%20c%C3%A3es%20adultos.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2016

DSM. **Factor resulting in inadequate vitamin dietary intake.** Disponível em: <[https://www.dsm.com/markets/anh/en\\_US/Compendium/vitamin\\_basics/factor\\_resulting\\_in\\_inadequate\\_vitamin\\_dietary\\_intake.html](https://www.dsm.com/markets/anh/en_US/Compendium/vitamin_basics/factor_resulting_in_inadequate_vitamin_dietary_intake.html)>. Acesso em: 18 jun. 2016.

EDITORA INSUMOS. **A vitamina E tocoferóis e tocotrienóis.** Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/189.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/189.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2016.

FAO/WHO - Food and Agriculture Organization Of The United Nations,/ World Health Organization. **Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria.** 2001. 34p.

FARIA, Douglas Emygdio de. et al. **Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento para frangos de corte:** 2. Ácidos orgânicos e probióticos. v. 10, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/5886/4765>>. Acesso em: 4 jul 2016.

FRAPE, D. **Nutrição e alimentação dos equinos.** 3. ed. São Paulo: Roca, 2008.

GADIENT, M. **Effect of pelleting on nutritional quality of feed.** In: Proconf the Maryland Nutr. Conf., 1986.

GARCIA, Gisela Rojas. COAN, Rogério Marchiori. **Utilização de aditivos ionóforos na produção de bovinos em confinamento.** COAN – Consultoria Avançada em Pecuária. 4p. Disponível em: <<http://www.coanconsultoria.com.br/images/Artigos/Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Aditivos%20lon%C3%B3foros.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2016.

GIBSON G. R., ROBERFROID M. B. Dietary Mmodulation of the Hhuman Ccolonial

microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v. 125, p.1401-1412, 1995.

JACQUOT, R.; BARS, H.; SIMONNET, H. **Nutrition animale**. v. 1, 2 e 3. Données générales sur La nutrition et l'alimentation, J.B.Baillière et fils, Paris, 1960, 963p.

KLACK, K.; CARVALHO, J. F. Vitamina K: metabolismo, fontes e interações com o anticoagulante varfarina. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 46, p. 398-406, 2006.

KROLL, Fernanda Sant Anna. **Efeito da adição de manananoproteínas derivadas da parede celular de levedura sobre parâmetros imunológicos de cães adultos e idosos**. 2014. 112f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal: SP, 2014. Disponível em: < <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/122037/000814002.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

LEWIS, L. D. **Nutrição clínica equina**: alimentação e cuidados. São Paulo: Roca, 2004.

LIPPMAN, S. M.; MEYSKENS Jr., F. L. Results of the use of vitamin A and retinoids in cutaneous malignancies. **Pharmacology and Therapeutics**, v. 40, p. 107-122, 1989.

MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. **Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte**. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D. J. Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações. Brasília: EMBRAPA, 2015.

MARINO, Carolina Tobias. MEDEIROS, Sérgio Raposo. **Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte**. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1011222/1/NutricaoAnimalCAPITULO06.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2016.

MCDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. London: Academic, 1992.

MONTARDO, O. V. **Alimentos e alimentação do rebanho leiteiro**. Guaíba: RS Agropecuária, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dogs and cats**. Washington: National Academy of Science, National Academy Press, 2006.

NICODEMO, Maria Luiza Franceschi. **Cálculo de misturas minerais para bovinos**. In: Documento 109 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Central Nacional Gado de Corte, Campo Grande: MS 2001, 25p. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/clinicacv/AULUSCAVALIERICARCIOFI/doc109-embrapa-suplementos-minerais-bovinos.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

NUNES, I. N. **Nutrição básica**. v. 2, Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998.

RAPOSO, Sérgio. **Dez mitos no uso do sal mineral para bovinos**. Disponível em: <<http://sites.beefpoint.com.br/sergioraposo/2014/03/01/dez-mitos-no-uso-do-sal-mineral-para-bovinos/>>. Acesso em: 27 jun. 2016.



REIS, R. A. **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal – SP: FUNEP - Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão, 2005.

ROSTAGNO, Horacio Santiago et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia, 2011. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br/arquivos/Geral%20Portugu%C3%AAs.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

SAAD, F. M. O. B.; SAAD, C. E. P. **Minerais e vitaminas**. In: SAAD, F.M.O.B.; SAAD, C.E.P. Apostila. Curso de pós-graduação Latu Sensu (Especialização) a distância em Nutrição e alimentação de cães e gatos. Lavras: MG FAEPE - Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão. 2004. v. 1. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição**: introdução à bromatologia. 3. ed. Porto Alegre – RS: Artmed, 2002.

SAUTER, S. N. et al. Cytokine expression in an ex vivo culture system of duodenal samples from dogs with chronic enteropathies: modulation by probiotic bacteria. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 605-622, 2005.

SOAVE, Geverton Luiz. Anticoccidianos em rações. **Revista eletrônica Nutritime**, Artigo 128, v.8, n. 1, p. 1401-1417, jan./fev. 2011. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/128V8N1P1401\\_1417\\_JAN2011\\_.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/128V8N1P1401_1417_JAN2011_.pdf)>. Acesso em: 5 jul. 2016.

SWANSON, K. S.; FAHEY Jr., G. C. **Prebiotics in companion animal nutrition**. 2007. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-pets/articles/prebiotics-companion-animal-nutrition-t414/p0.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2008.

SWANSON, K. S.; et al. Supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides influence immune function, ileal and total tract nutrients digestibilities, microbial populations and concentrations of protein catabolites in the large bowel of dogs. **Journal of Nutrition**, v. 132, p. 980-989, 2002.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. v. 4, Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

UNESP. **Programa Prático para Formulação de Ração**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/home>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

WORTINGER, A. **Nutrição para cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2009.

# Cálculo de ração para ruminantes e monocavitários

### Convite ao estudo

Prezado aluno, seja muito bem-vindo à Unidade 4 do livro didático da disciplina Nutrição Animal. Você deve estar se perguntando como o tempo passou tão rápido e nós já estamos na última unidade da disciplina. Sim, caro aluno, nós já passamos algum tempo juntos e você teve acesso aos principais conceitos importantes para desempenhar a função de nutricionista animal e dependerá apenas de você o aprofundamento nos temas e a capacitação diária.

Você se lembra dos pontos que trabalhamos nas unidades anteriores? Na Unidade 1, foram apresentados os conceitos básicos da nutrição animal: nutrientes, anatomia e fisiologia das diferentes espécies animais e regulação do consumo das dietas. Na Unidade 2, foram abordados os mecanismos de absorção dos nutrientes, a classificação e a função dos minerais e os processos de digestibilidade e degradabilidade. Já na Unidade 3, foram estudados os alimentos e aditivos empregados na alimentação animal e as vitaminas e as formulações de misturas minerais para os animais.

E agora, o que veremos nesta última unidade do livro didático? Na Unidade 4, serão abordados os métodos de formulação de dietas para animais, com cálculos para aves e suínos, e o manejo alimentar de bovinos de corte e leite e de cães e gatos, para atender. O objetivo de capacitá-lo a conhecer e a aplicar os métodos e cálculos utilizados na nutrição animal.

Convidamos você a conhecer o caso desta unidade:

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, que objetiva divulgar a revista e apresentar as parcerias de referências na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet,

assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

Bons estudos!

# Seção 4.1

## Métodos

### Diálogo aberto

Iniciaremos agora a Seção 4.1 do livro didático!

Nesta seção, você conhecerá de forma generalista os principais métodos utilizados na formulação de alimentos para animais. Apresentaremos esses métodos, exemplificando sua aplicação e, na sequência, na Seção 4.2, nos aprofundaremos sobre o assunto com aves e suínos como objetos de estudo.

Você deve estar se perguntando como nós utilizaremos esses conceitos na prática. Conhecer estes métodos é muito importante para que o futuro profissional consiga utilizar os conceitos discutidos nas seções anteriores e esteja apto a formular dietas para as diferentes espécies de animais em sua prática profissional.

Observaremos, neste momento, a situação-problema da unidade.

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, com o objetivo de divulgar a revista e apresentar as parcerias de referências na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet, assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

O primeiro desafio de Nilce é buscar as principais ferramentas computacionais para a formulação de alimentos para animais. Ela deverá realizar uma pesquisa, com pesquisadores, conhecer os pacotes computacionais e analisar os pontos fortes e fracos de cada um deles.

Analisando essa situação, compreenderemos os métodos para cálculo de dietas no item *Não pode faltar*.

Mãos à obra!

## Não pode faltar

Você deve estar se perguntando o que é necessário saber para a formulação de dietas para os animais. Primeiramente, é preciso ter claras as exigências nutricionais da espécie e categoria/fase fisiológica, os alimentos disponíveis (composição nutricional, digestibilidade e limitações de uso), além disso, deve-se conhecer os custos das matérias-primas a serem empregadas, o processo de produção dos alimentos (dependendo do método, será necessário tomar alguns cuidados em relação à escolha das matérias-primas e dos teores nutricionais de alguns compostos em específico).

Os métodos para formulação de alimentos podem ser divididos em dois grandes grupos: os manuais e os computacionais. Dentre os métodos manuais, há o Quadrado de Pearson (método do quadrado), Tentativa e Erro (método de ajustamento) e Processos Algébricos. Já os métodos computacionais (baseados em custo mínimo) são encontrados na forma de produtos pagos e licenças gratuitas, bem como planilhas simples de Excel.

### Quadrado de Pearson

Este é um método muito simples e consiste em uma sequência de passos, conforme relatado por Sakamura e Rostangno (2007) apud Salman et al. (2011):

**Passo 1.** Desenhar um quadrado e colocar a porcentagem desejada do nutriente no centro do quadro (normalmente utiliza-se a proteína bruta).

**Passo 2.** Colocar o conteúdo do nutriente (em porcentagem) de cada alimento nos ângulos esquerdos do quadrado.

**Passo 3.** Analisar se a base de referência (matéria seca ou matéria natural) é a mesma para a exigência e o teor de nutrientes nos alimentos.

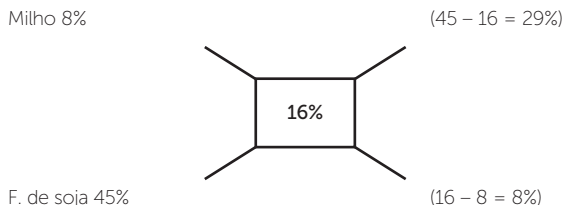
**Passo 4.** Subtrair diagonalmente no quadrado os menores números dos maiores e colocar os resultados nos ângulos direitos do quadrado.

**Passo 5.** Verificar se o número do centro do quadrado está entre os valores dos números dos ângulos esquerdos, ou seja, deve-se escolher um alimento com teor maior e outro com teor menor ao do centro.



### Exemplificando

Caso deseja-se formular uma dieta com 16% de proteína bruta e escolha trabalhar com milho (8% de proteína bruta) e farelo de soja (45% de proteína bruta), deve-se proceder da seguinte forma:



Obteve-se o valor de 29% de milho e 8% de farelo de soja, mas este ainda não é o resultado, então deve-se corrigir estes valores para 100%, logo:

29% de Milho em ----- 37% de mistura ( $29 + 8 = 37$ )

X ----- 100% de mistura

$37x = 2900$ , assim  $x = \mathbf{78,38\% \text{ de milho na mistura.}}$

8% de Farelo de soja ----- 37% de mistura ( $29 + 8 = 37$ )

X ----- 100% de mistura

$37x = 800$ , então  $x = \mathbf{21,62\% \text{ de farelo de soja.}}$

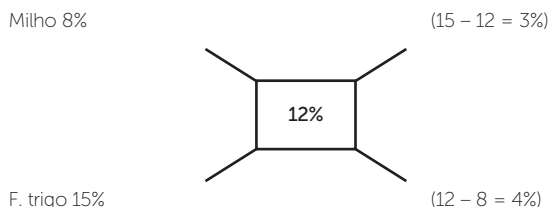


### Assimile

O Quadrado de Pearson é o método mais simples de formulação de alimentos e, apesar de suas limitações, é possível formular com mais de dois alimentos, realizando antecipadamente pré-misturas, bem como fixar algumas matérias-primas, tendo a possibilidade de aumentar a gama de alimentos incorporados à dieta. Observe alguns exemplos:

### Cálculo com três alimentos

Caso deseje-se formular uma dieta com 16% de proteína bruta e milho (8% de proteína bruta), farelo de soja (45% de proteína bruta) e farelo de trigo (15% de proteína bruta), você pode primeiramente realizar uma pré-mistura com 12% de proteína bruta, entre o farelo de trigo e o milho integral moído.



Obteve-se o valor de 3% de milho e 4% de farelo de trigo, mas este ainda não é o resultado, então deve-se corrigir esses valores para 100%, logo:

3% de Milho em ----- 7% de mistura (4 + 3 = 7)

X ----- 100% de mistura

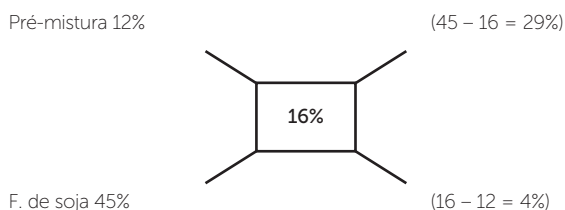
$7x = 300$ , logo  $x = 42,86\%$  de milho na mistura.

4% de F. de trigo ----- 7% de mistura (4 + 3 = 7)

X ----- 100% de mistura

$7x = 400$ , assim  $x = 57,14\%$  de farelo de trigo na mistura.

Na sequência, realiza-se a formulação com o farelo de soja para obter a dieta com 16% de proteína bruta:



Obteve-se o valor de 29% de pré-mistura (milho e farelo de trigo) e 4% de farelo de soja, mas este ainda não é o resultado, então deve-se corrigir esses valores para 100%, assim:

29% de pré-mistura em ----- 33% de mistura (4 + 29 = 33)

X ----- 100% de mistura

$33x = 2900$ , logo  $x = 87,88\%$  de pré-mistura na mistura.

4% de F. de soja ----- 33% de mistura (4 + 29 = 33)

X ----- 100% de mistura

$33x = 400$ , desse modo,  $x = \mathbf{12,12\% \text{ de farelo de soja na mistura}}$ .

Com isso, pode-se afirmar que a dieta deverá ser composta por **12,12% de farelo de soja, 37,67% de milho** ( $42,86\% \times 0,8788$ ) e **50,21% de farelo de trigo** ( $57,14\% \times 0,8788$ ).

É importante ressaltar a possibilidade de definir antecipadamente as porcentagens de cada ingrediente na pré-mistura (exemplo 80% de milho e 20% de farelo de trigo), sendo importante estar sempre atento às limitações impostas quanto ao preço, à quantidade disponível, ao tipo de alimento, aos fatores antinutricionais, ao impacto à forma física do alimento, dentre outras.

### Fixando ingredientes

Caso deseje-se formular uma dieta com 22% de proteína bruta, utilizando as seguintes matérias-primas: farelo de trigo (16% proteína bruta), fubá de milho (9% de proteína bruta) e farelo de soja (45% de proteína bruta), nesta dieta, a quantidade de farelo de trigo deve ser fixada em 25%, ou seja, resta apenas 75% para mistura do fubá de milho e do farelo de soja.

Primeiramente, calcula-se o quanto de proteína esta quantidade de farelo de trigo irá contribuir com a exigência de proteína:

16% de proteína bruta em ----- 100% do ingrediente

X ----- 25% de mistura

$100x = 4000$ , logo  $x = \mathbf{4\% \text{ de proteína bruta provinda dos 25\% de farelo de trigo}}$ .

Em seguida, deve-se calcular a quantidade de proteína necessária (22% de exigência – 4% de proteína bruta provinda do farelo de trigo) que será de 18%. Esse valor, por sua vez, deve ser corrigido para os 75% de mistura restante, já que não será mais fechado em 100% de dieta, pois destes 25% serão do farelo de trigo.



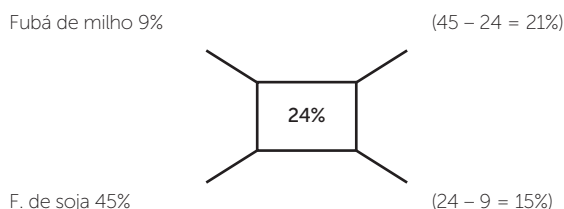
Observe como realizar este cálculo:

18% de proteína bruta em ----- 75% de mistura

X ----- 100% de mistura

$75x = 1800$ , assim  $x = 24\%$  de proteína bruta. Será necessário inserir no meio do Quadrado de Pearson para fechar os 75% restante da dieta.

Na sequência, realiza-se a formulação com o farelo de soja e o fubá de milho:



Obteve-se o valor de 21% de fubá de milho e 15% de farelo de soja, mas este ainda não é o resultado, por isso deve-se corrigir estes valores para 75%, logo:

21% de fubá de milho em ----- 36% de mistura ( $21 + 15 = 36$ )

X ----- 75% de mistura

$36x = 1575$ , assim  $x = 43,75\%$  de fubá de milho na mistura.

15% de f. de soja ----- 36% de mistura ( $21 + 15 = 36$ )

X ----- 75% de mistura

$36x = 1125$ , então  $x = 31,25\%$  de farelo de soja na mistura.

Totalizando desta forma, 22% de proteína bruta ( $14,06 + 3,94 + 4$ ):

Farelo de soja ( $31,25\% \times 0,45$ ) = 14,06%.

Fubá de milho ( $43,75\% \times 0,09$ ) = 3,94%.

Farelo de trigo ( $25\% \times 0,16$ ) = 4,0%.

Como esta seção do livro didático apresenta de forma sucinta os métodos de formulação, sugerimos que você busque em outros materiais e também consulte seu docente sobre a utilização do Quadrado de Pearson para formulação com três alimentos e matérias-primas fixadas, já que este é um método muito versátil que poderá auxiliá-lo em diversas situações.

### Processo algébrico

Outro método bastante utilizado é o algébrico, o qual permite a mistura de dois ou mais ingredientes e consiste em formar um sistema de equações simultâneas, sendo as incógnitas os ingredientes a serem utilizados na ração. Este método torna-se gradativamente mais complexo à medida em que se aumenta o número de ingredientes e de nutrientes considerados.



#### Exemplificando

Caso deseja-se formular uma dieta com 16% de proteína bruta e escolha-se trabalhar com milho (8% de proteína bruta) e farelo de soja (45% de proteína bruta), primeiramente deve-se estabelecer duas equações para satisfazer estas condições:

1ª condição: a quantidade de farelo de soja + milho = 100% da dieta.

2ª condição: a proteína bruta existente naquela quantidade de farelo de soja + a proteína bruta presente no milho = 16%.

Tem-se a seguinte equação:

$X$  (Milho) +  $Y$  (F. de soja) = 100, ou seja,  $X = 100 - Y$  (Equação I).

$(0,08 \times X) + (Y \times 0,45) = 16$  (Equação II).

Ao substituir a equação II pela I. obtém-se:

$$0,08(100 - Y) + Y(0,45) = 16.$$

$$8 - 0,08Y + 0,45Y = 16.$$

$$0,37Y = 8.$$

$Y = 21,62\%$  de farelo de soja.

Ao substituir a equação 2, têm-se  $X = 100 - 21,62$ .

$X = 78,38$  de milho

A outra forma de realizar este cálculo é pela obtenção de termos das equações de uma mesma incógnita com igual coeficiente (TEIXEIRA, 1998).

Observe o exemplo com três alimentos, sendo um deles fixos, conforme modelo utilizado no Quadrado de Pearson:

Suponha que o produtor tenha disponível: farelo de trigo (16% de proteína bruta), farelo de soja (45% de proteína bruta) e milho (9% de proteína bruta). Você se lembra de que neste exemplo o produtor fixou o farelo de trigo em 25%?

Primeiramente, calcula-se o quanto de proteína esta quantidade de farelo de trigo contribuirá com a exigência de proteína:

16% de proteína bruta em ----- 100% do ingrediente

X ----- 25% de mistura

$100x = 4000$ , logo  $x = 4\%$  de proteína bruta provinda dos 25% de farelo de trigo.

Deve-se calcular a dieta para a diferença de proteína necessária (22% de exigência – 4% de proteína bruta provinda do farelo de trigo) a qual será de 18%.

As equações serão as seguintes:

$X$  (milho) +  $Y$  (farelo de soja) = 75 (Equação I).

$(0,09 \times X) + (Y \times 0,45) = 18$  (Equação II).

Faremos este exemplo de forma diferente, criaremos uma terceira equação, a fim de cancelar uma das incógnitas. Para isso, multiplicaremos a equação I por 0,09 e subtrairemos uma equação da outra:

$$0,09x + 0,09y = 6,75.$$

$$0,09x + 0,45y = 18.$$

Na subtração de cada um dos fatores, obtém-se:

$$0,36y = 11,25 \quad (18 - 6,75), \text{ logo, } Y = \mathbf{31,25\% \text{ de farelo de soja.}}$$

Ao substituir o valor de Y na equação I, tem-se:

$$X + 31,25 = 75, \text{ ou seja, } X = 75 - 31,25, X = \mathbf{43,75\% \text{ de milho.}}$$

### Tentativa e erro

O método de tentativa e erro, como o próprio nome diz, é baseado em tentativas e erros. O primeiro passo consiste em formular mentalmente as proporções dos diversos alimentos para compor a dieta final, considerando as especificações dos nutrientes. É muito provável que estes valores não coincidirão com as discriminações fornecidas pelas tabelas de exigência animal. Assim, uma série de aproximações adicionais terão que ser feitas, até que a composição desejada seja alcançada. Este método requer do operador uma experiência prática, do contrário, ele pode se tornar muito moroso (EMBRAPA, 2016).

Os métodos anteriores (Quadrado de Pearson e Equações Algébricas) são auxiliares na formulação de dietas, mas quando cria-se dietas com ajuste de múltiplos nutrientes, o método de tentativa e erro facilita muito o trabalho do formulador, quando este não está com acesso aos programas de formulação. No entanto, toda tentativa é acompanhada de erros. Com isso, o formulador deve utilizar o bom senso. Vamos ao exemplo?

O formulador decide trabalhar em dietas para uma determinada espécie, as quais serão compostas por: milho grão moído (8% de proteína bruta; 3340kcal/kg de EM; 0,03% de cálcio e 0,08% de fósforo), farelo de soja (45% de proteína bruta; 3154kcal/kg de EM; 0,24% de cálcio e 0,18% de fósforo), óleo de soja (8300 kcal/kg), premix vitamínico mineral, calcário (38,4% de cálcio) e fosfato bicálcico (24,5% de cálcio e 18,5% de fósforo). Frente à experiência do formulador, ele realiza uma pré-formulação com os valores médios comumente empregados nas dietas. Neste exemplo, o formulador deverá utilizar como exigência: proteína bruta (18% de PB), energia metabolizável (3200 kcal/kg), cálcio (0,73% de Ca) e fósforo (0,56% de P).

Tabela 4.1 | Ajuste de dieta pelo método de Tentativa e Erro

	% na dieta	PB	EM	Ca	P
Milho	71,0	5,68 (8*0,71)	2371 (3341*0,71)	0,02 (0,03*0,71)	0,06 (0,08*0,71)
F. soja	25,0	11,25 (45*0,25)	788 (3154*0,25)	0,06 (0,24*0,25)	0,05 (0,18*0,25)
O. soja	2,0	-	166 (8300 *0,02)	-	-
Calcário	1,5	-	-	0,58 (38,4*0,015)	-
Fosfato	0,5	-	-	0,12 (24,5*0,005)	0,09 (18,5*0,005)
Exigência	100	18	3200	0,73	0,56
Atendimento	100	16,93	3325	0,78	0,20
Diferença	-	-1,07	+125	+0,05	-0,36

Fonte: elaborada pelo autor (2016).

Estas diferenças deverão ser ajustadas. Para tanto, o formulador terá de se atentar para a energia metabolizável e o cálcio que estão acima do exigido e a proteína e o fósforo que estão abaixo do recomendado. Sabe-se que 1 grama de óleo de soja, 83 kcal de energia e 0 grama de proteína, enquanto que 1 grama de farelo de soja fornece 31,54 kcal de energia e 4,5 grama de proteína. Logo, a substituição de 1 grama de farelo de soja pelo óleo reduzirá a energia para 51,46 kcal ( $83 - 31,54$ ) e elevará a proteína em 4,5 gramas:

1 g de farelo de soja ----- 4,5 g de PB

X ----- 10,7 g de PB

$4,5x = 10,7$ , logo  $x = 2,38\%$  de substituição.

Observe na Tabela 4.2 os novos teores nutricionais:

Tabela 4.2 | Ajuste de dieta pelo método de Tentativa e Erro

	% na dieta	PB	EM	Ca	P
Milho	71	5,68 (8*0,71)	2372 (3341*0,71)	0,02 (0,03*0,71)	0,06 (0,08*0,71)
F. soja	27	12,15 (45*0,27)	852 (3154*0,27)	0,07 (0,24*0,27)	0,05 (0,18*0,27)
O. soja	-	-	-	-	-
Calcário	1,5	-	-	0,58 (38,4*0,015)	-
Fosfato	0,5	-	-	0,12 (24,5*0,005)	0,09 (18,5*0,005)
Exigência	100	18	3200	0,73	0,56
Atendimento	100	17,83	3224	0,79	0,20
Diferença	-	-0,17	+24	+0,06	-0,36

Fonte: elaborada pelo autor (2016).

Note que como havia apenas 2% de óleo de soja na dieta, ele foi retirado completamente. Com isso, é preciso, ainda, ajustar a proteína bruta, o que será feito por meio do milho e do farelo de soja, elevando os 0,17% (1,7 g) necessários. Sabendo

que 1 g de milho fornece 31,54 kcal de energia e 0,8 g de proteína, enquanto que 1 grama de farelo de soja fornece 31,54 kcal de energia e 4,5 g de proteína, a substituição de 1 g de farelo de soja pelo milho reduzirá a energia para 1,87 kcal (33,41 – 31,54) e elevará a proteína em 3,7 g:

1 g de farelo de soja ----- 3,7 g de PB.

X ----- 1,7 g de PB.

3,7x = 1,7, logo x = **0,46% de substituição**, o que ajustará a proteína para os 18% e a energia reduzirá.

No entanto, é preciso ajustar, também, o cálcio e o fósforo (elevando os 0,36%, ou seja, 3,6 g). Para tanto, balancearemos o calcário e o fosfato bicálcico. Sabendo que 1 g de calcário fornece 3,84 g de cálcio e 0 g de fósforo, enquanto que 1 g de fosfato bicálcico fornece 2,45 de cálcio e 1,85 g de fósforo, a substituição de 1 g de fosfato bicálcico pelo calcário reduzirá o cálcio em 1,39 g e elevará o fósforo em 1,85 g:

1g de fosfato bicálcico ----- 1,85 g de fósforo.

X ----- 3,6 g de fósforo.

3,6x = 1,85, logo x = **1,95% de substituição**.

Observe na Tabela 4.3 os novos teores nutricionais:

Tabela 4.3 | Ajuste de dieta pelo método de Tentativa e Erro

	% na dieta	PB	EM	Ca	P
Milho	70,54	5,64 (8*0,7054)	2357 (3341*0,7054)	0,02 (0,03*0,7054)	0,06 (0,08*0,7054)
F. soja	27,46	12,36 (45*0,2746)	866 (3154*0,2746)	0,07 (0,24*0,2746)	0,05 (0,18*0,2746)
O. soja	-	-	-	-	-
Calcário	-	-	-	-	-
Fosfato	2	-	-	0,49 (24,5*0,02)	0,37 (18,5*0,02)
Exigência	100	18	3200	0,73	0,56
Atendimento	100	18	3223	0,58	0,48
Diferença	-	-	+23	-0,15	-0,08

Fonte: elaborada pelo autor (2016).

O formulador agora terá apenas de realizar ajustes para o balanceamento adequado do cálcio e do fósforo. Para tanto, o ele poderá calcular a diferença do milho e, caso

necessário, ajustar o farelo de soja para manter os valores de proteína. A fórmula final ficará da seguinte forma, conforme apresentado na Tabela 4.4:

Tabela 4.4 | Ajuste de dieta pelo método de Tentativa e Erro

	% na dieta	PB	EM	Ca	P
Milho	70,38	5,63 (8*0,7038)	2351 (3341*0,7038)	0,02 (0,03*0,7038)	0,06 (0,08*0,7038)
F. soja	27,49	12,37 (45*0,2749)	867 (3154*0,2749)	0,07 (0,24*0,2749)	0,05 (0,18*0,2749)
O. soja	-	-	-	-	-
Calcário	0,08	-	-	0,03 (38,4*0,0008)	-
Fosfato	2,05	-	-	0,61 (24,5*0,025)	0,47 (18,5*0,025)
Exigência	100	18	3200	0,73	0,56
Atendimento	100	18	3218	0,73	0,58
Diferença	-	-	+18	-	+0,02

Fonte: elaborada pelo autor (2016).

Para facilitar o trabalho do formular, algumas estratégias devem ser consideradas:

- Limitar os ingredientes em grupos, prefixando os demais.
- Fixar os volumosos primeiro, quando for ruminantes, para depois ajustar os concentrados.
- Considerar, para aves e suínos, farelo de soja e milho como ingredientes básicos, de acordo com todo o país. Entretanto, em uma proporção de 13 a 30% de farelo de soja e 60 a 75% de milho, dependendo da dieta.
- Utilizar, nas primeiras tentativas, os alimentos mais baratos ou fixá-los nos limites mais altos admissíveis.
- Balancear somente os nutrientes essenciais e, destes, apenas os limitantes para o animal em questão.
- Realizar os cálculos em base de matéria seca.
- Fazer os arredondamentos de decimais sobre o resultado final, para não acumularem diferenças que podem levar a resultados frustrantes.



### Assimile

Nesses exemplos, utilizamos apenas alguns nutrientes, mas você deverá lembrar-se da importância das outras substâncias, como: vitaminas e microminerais, incluídos na dieta na forma de premix vitamínico mineral (ingrediente fixo) e que entrarão na fórmula e deverão completar os 100% para balanceamento adequado da solução nutricional.



### Pesquise mais

Sugerimos que você consulte os materiais:

SALMAN, A. K. D.; OSMARI, E. K.; SANTOS, M. G. R. **Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras**. EMBRAPA Rondônia, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66779/1/doc145-vacastleiteiras-1.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

OLIVEIRA, Ronaldo Lopes. **Cálculo de ração pelo método algébrico**. Disponível em: <<http://www.lana.ufba.br/bovinos/alimentoseformulacaoderacoes/Aula%20-%20C%E1lculo%20de%20Ra%E7%E3o%20M%E9todo%20Alg%E9brico.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016

NUTRIÇÃO ANIMAL. **Métodos de formulação de ração**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/nutricaoanimaluesc/home/extra/terceiro-credito/01---metodos-de-formulacao-de-racao>>. Acesso em: 25 jul. 2016.



### Refleta

Você acredita que na formulação das dietas é preciso ajustar os nutrientes a algum “fator”? A resposta é sim! Os nutrientes devem ser ajustados à energia da dieta, ou seja, caso o valor de energia da dieta se eleve, teremos de elevar os teores dos nutrientes. Exemplo: caso a exigência do animal seja de 18% de proteína em uma dieta com 4000 kcal/kg de energia metabolizável, mas a dieta formulada possui 4100 kcal de energia metabolizável, o valor mínimo de proteína passa a ser de 20,25%.

### Sem medo de errar

Vamos ao caso desta unidade de ensino?

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, que objetiva divulgar a revista e apresentar as parcerias de referências na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet, assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

O primeiro desafio de Nilce é buscar as principais ferramentas computacionais para a formulação de alimentos para animais. Ela deverá realizar uma pesquisa, com pesquisadores, conhecer os pacotes computacionais e analisar os pontos fortes e fracos de cada um deles.





### Atenção

Caro aluno, sugerimos que você entre em contato com empresas que comercializem pacotes computacionais e peça uma apresentação do material. Na sequência, marque uma entrevista com consultores em nutrição animal e realize perguntas sobre as facilidades do uso de softwares para a formulação de dietas para animais, os pontos fortes e fracos destes produtos.

Este levantamento será importante para que você conheça os pacotes disponíveis no mercado.

## Avançando na prática

### Pontos importantes a serem considerados na formulação de dietas com o uso de pacotes computacionais

#### Descrição da situação-problema

Mirtes é uma médica veterinária recém-formada, contratada por uma empresa de consultoria em nutrição e produção animal. A jovem médica veterinária realizou estágios durante a sua graduação apenas em clínicas de pequenos animais e não compreende muito bem como é feita a formulação de alimentos para animais. Mirtes busca auxílio de alguns colegas para que consiga entender como estes programas funcionam e quais são os pontos que devem ser considerados para a formulação de dietas com o uso dessas ferramentas.



### Lembre-se

Mirtes deve saber que a alimentação animal apresenta importante impacto sobre os custos de produção. Com isso, os programas de formulação em geral são baseados em custo mínimo.

#### Resolução da situação-problema

Mirtes precisa lembrar-se de que os pacotes computacionais para formulação de dietas são baseados em equações lineares e facilitam o trabalho dos nutricionistas. Com o uso de um grande número de alimentos e nutrientes, permitem o acompanhamento da variação de preço dos alimentos, maior segurança nas restrições, o que possibilita que haja alterações nas dietas formuladas de forma rápida, visando o mínimo custo e a máxima eficiência dos animais.

Contudo, o profissional deve ter em mente que esta é apenas uma ferramenta para

a formulação das dietas, sendo importante o critério por parte do formulador, já que o mínimo custo nem sempre está relacionado ao máximo desempenho. Com isso, o especialista deve possuir conhecimentos de fisiologia, anatomia e bioquímica, bem como compreender os conceitos de nutrição animal e diferenciar as exigências em base da espécie, categoria, genética e sexo (aves e suínos), bem como composição e digestibilidade dos alimentos, fatores antinutricionais (restrições de uso), preço atualizado dos alimentos e apresentação das dietas.



### Faça você mesmo

Sugerimos que você acesse a seguinte plataforma:

**Programa Prático para Formulação de Ração – Versão Excel 2010.** Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/home>>. Acesso em: 7 ago. 2016.

Explore as ferramentas disponíveis e se capacite ainda mais.

### Faça valer a pena

**1.** O Quadrado de Pearson é um método:

- A. De formulação manual.
- B. De formulação computacional.
- C. Que permite a utilização de vários alimentos e nutrientes simultaneamente.
- D. Que não exige reconhecer as exigências nutricionais dos animais.
- E. Que não é utilizado para a formulação de alimentos.

**2.** Para formulação de alimentos, é importante:

- I – Reconhecer as exigências dos animais e a composição dos alimentos.
- II – Reconhecer as limitações de uso dos ingredientes.
- III – Saber o preço dos alimentos com o objetivo de reduzir os custos das dietas.

Assinale a alternativa correta:

- A. Apenas a afirmação I está correta.
- B. As afirmações I e II estão corretas.
- C. As afirmações I e III estão corretas.

- D. As afirmações II e III estão corretas.
- E. Todas as afirmações estão corretas.

**3.** O método de formulação de ajustes é conhecido como:

- A. Quadrado de Pearson.
- B. Tentativa e Erro.
- C. Algébrico.
- D. Custo Mínimo.
- E. Computacional.

## Seção 4.2

### Cálculo de ração

#### Diálogo aberto

Caro aluno, daremos início agora à Seção 4.2 do livro didático da disciplina Nutrição Animal, que tratará de cálculo de ração para aves e suínos, dando continuidade à Seção 4.1 que abordou os métodos para formulação de alimentos, a fim de cumprir o objetivo de você conhecer e aplicar os métodos e os cálculos utilizados na Nutrição Animal. Já nas próximas seções, trataremos especificamente de manejo alimentar de algumas espécies animais (bovinos de leite e corte e, por fim, cães e gatos).

Vamos à situação-problema desta unidade de ensino. Você se lembra dela?

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, com o objetivo de divulgar a revista e apresentar as parcerias de referências na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet, assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

Na Seção 4.1, Nilce entrevistou pesquisadores sobre softwares para formulação de dietas para animais. Na seção atual, a redatora deverá dialogar com profissionais da área de aves e verificar pontos relacionados à formulação de dietas.

Vamos iniciar os estudos?

#### Não pode faltar

Você se recorda dos pontos importantes para a formulação de dietas para animais? Na seção passada, nós apresentamos a importância de se conhecer as exigências nutricionais da espécie alvo: sexo, genética e categoria/fase fisiológica, os alimentos disponíveis (composição nutricional, digestibilidade e limitações de uso). Além disso

devemos saber os custos das matérias-primas a serem empregadas e o processo de produção dos alimentos (dependendo do processo de produção, teremos de tomar alguns cuidados em relação à escolha das matérias-primas e dos teores nutricionais de alguns compostos em específico).

Na produção de aves e suínos, as técnicas de melhoramento genético foram e têm sido bastante exploradas. As aves são exemplos clássicos de uso eficiente do melhoramento genético e para melhor compreensão, nos anos 20, os frangos eram abatidos com 2.5 kg aos seis meses de idade, enquanto que, atualmente, esses animais já são abatidos com 42 dias de vida (UBABEF, 2011).

Tal evolução está relacionada principalmente ao melhoramento genético, mas também aos avanços na nutrição, na sanidade, nas instalações e no manejo geral destes animais. Com relação especificamente à nutrição, de acordo com dados do Sindirações (2016), no ano de 2015, estima-se que dos 66,5 milhões de toneladas de ração produzida para aves, suínos, gado, equinos, aquicultura, entre outros, 57,14% foram produzidos para aves (frangos de corte e galinhas poedeiras) e 23,76% para suínos, ou seja, 80,9% do total produzido foi destinado para aves e suínos. Em outras palavras, esses animais têm grande representação na produção animal, destacando o Brasil entre os maiores produtores destes animais.

Você deve lembrar-se de que as formulações de aves e suínos podem ser realizadas por métodos manuais. No entanto, de forma geral, são utilizados por meio de planilhas e softwares baseados em custos mínimos, que visam dietas com custos baixos e máximo desempenho dos animais. Conforme anteriormente mencionado, para a formulação adequada, é de suma importância conhecer a composição das matérias-primas empregadas na alimentação dos animais, fatores antinutricionais e limitações de utilização. Dentre as matérias-primas usadas na alimentação de aves e suínos, destacam-se, principalmente, o milho e os processados de soja, porém outros ingredientes podem ser utilizados, como: sorgo, farelo de arroz, trigo, milheto, soro de leite, farinha de carne e ossos, farinha de peixe, plasma sanguíneo, levedura de cerveja e, claro, fontes de macrominerais: fosfato bicálcico e calcário, assim também a imprescindível utilização de premix vitamínico e mineral.

Dentre as misturas comerciais utilizadas para a composição das dietas para animais, estão:

- **Premix** - Há três tipos: premix mineral (pré-mistura de microminerais); premix vitamínico (pré-mistura de vitaminas) e premix mineral-vitamínico. A sua adição à ração dependerá de sua concentração de nutrientes. É necessário a adição de macrominerais, como cálcio, fósforo e sódio na mistura dos ingredientes com as fontes apropriadas e na proporção correta, evitando deficiências nutricionais.

- **Núcleo** - É um tipo especial de premix que já contém o cálcio, o fósforo e o sódio, além das vitaminas e dos microminerais necessários. Por isso, na maioria das

vezes, dispensa o uso dos alimentos exclusivamente fornecedores de minerais. Este composto deve ser misturado com fontes proteicas (farelo de soja) e fontes energéticas (milho moído).

- **Concentrado** - Difere do núcleo por já vir misturado com uma fonte proteica (geralmente farelo de soja), além dos minerais e vitaminas essenciais. A fonte energética deve ser incluída pelo produtor.,



Pesquise mais

Caro aluno, conhecer as exigências nutricionais dos animais é extremamente importante para que o profissional inicie seu trabalho. Para isso, você deve reconhecer as categorias em que os animais são divididos, a qual é apresentada na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 | Exemplo da classificação dos animais

Suínos		Aves	
Pré-inicial	5 a 15kg	Pré-inicial	1 a 7 dias
Inicial	15 a 30kg	Inicial	8 a 21 dias
Crescimento	30 a 60kg	Crescimento	22 a 33 dias
Terminação	60 a 110kg	Crescimento II	34 a 42 dias
Fêmeas gestantes		Terminação	42 a 46 dias
Fêmeas lactantes		Galinhas de postura	20 a 80 semanas
Machos reprodutores		Matrizes pesadas	24 a 60 semanas

Fonte: Sakomura; Rostagno (2007).

Deve-se considerar, também, a divisão para frangos de corte em apenas quatro fases. Para galinhas poedeiras (leves e pesadas), considera-se as fases: inicial, cria, recria e postura.

Conforme já citado nas outras seções do livro didático, você poderá localizar as exigências de aves e suínos de diferentes categorias em:

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br/arquivos/Geral%20Portugu%C3%AAs.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

Na Seção 4.2, são trabalhados os aditivos empregados na alimentação. Dentre estes ingredientes, estão os aditivos nutricionais. Você se lembra quem são eles? Os aditivos nutricionais são as vitaminas, os oligoelementos, a ureia e os aminoácidos, os quais visam melhorar o balanço nutricional das dietas. No estudo de aves e suínos, os aminoácidos industriais merecem atenção especial. Você deve estar se perguntando o que são aminoácidos industriais. Eles são substâncias produzidas a partir da síntese química, da hidrólise proteica ou ainda da fermentação.

Com certeza você deve estar pensando: “Mas, os aminoácidos não são as substâncias que compõem as proteínas e são compostos de suma importância para o crescimento e a manutenção de desempenho de todas as espécies?”. Sim, caro aluno! Essa linha de raciocínio está correta.

De forma geral, para cães, gatos, equinos, ruminantes, dentre outros animais, nutricionistas trabalham com os requerimentos de aminoácidos e o teor de proteína bruta na dieta. No entanto, para aves e suínos, as pesquisas estão muito avançadas e para estes animais as dietas são formuladas em base de proteína ideal.

O que é proteína ideal? Proteína ideal é um termo referente à formulação de uma dieta que considera as necessidades exatas de cada um dos aminoácidos e suas relações quantitativas. Isso é importante para que não haja sobra ou falta de aminoácidos, o que poderia impactar negativamente não somente no desempenho dos animais, mas também nos custos de produção.

Dessa forma, a proteína ideal é definida como o balanço exato de aminoácidos essenciais e o suprimento adequado de aminoácidos não essenciais, capaz de prover, sem deficiências ou excessos, as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e crescimento corporal. A proteína ideal baseia-se na relação dos aminoácidos essenciais (digestíveis) com a lisina digestível. Uma vez que o requerimento de lisina esteja estabelecido, as exigências de outros aminoácidos podem ser facilmente calculadas (SÁ e NOGUEIRA, 2009 apud AJINOMOTO, 2012b).

Dentre as principais fontes de aminoácidos industriais empregadas na alimentação destes animais e disponíveis para outras espécies são: lisina, treonina, triptofano, valina, metionina, glutamina e ácido glutâmico.

Para você conhecer o perfil de proteína ideal de dietas para aves e suínos baseado na lisina como referência, acompanhe a Tabela 4.7.

Tabela 4.7 | Recomendações do perfil da proteína ideal para frangos de corte e suínos

Aminoácidos	Frangos de Corte (1 – 21 dias)	Frangos de Corte (22 – 42 dias)	Suínos
Lisina	100	100	100
Met + Cis	72	73	56
Treonina	65	65	63
Valina	77	78	69
Isoleucina	67	67	55
Arginina	105	105	
Triptofano	17	17	18
Histidina	36	36	33
Leunina	105	105	100
Fenil + Tir	105	105	100

Fonte: Ajinomoto (2012a), Ajinomoto (2012b) e Rostagno (2011).



Assimile

Caro aluno, para você ter uma ideia da importância dos custos relacionados à nutrição em dietas para frangos de corte com e sem utilização de aminoácidos industriais, sugerimos que você analise a Tabela 4.6:

Tabela 4.6 | Impacto da utilização de aminoácidos industriais sobre a formulação de uma ração para frangos de corte machos na fase de crescimento

Ingredientes	Sem lisina	Com lisina	Impacto (%)	Custo por kg	Sem lisina	Com lisina	Impacto no custo (%)
Milho grão	53,10	61,72	+16,23	0,47	24,96	29,01	
Farelo de soja	39,34	31,78	-19,22	0,98	38,55	31,14	
Óleo de soja	4,36	2,96	-32,11	2,40	10,46	7,10	
Fosfato bicálcico	1,27	1,31		1,25	1,59	1,64	
Calcário calcítico	0,96	0,99		0,11	0,11	0,11	
Sal comum	0,50	0,50		0,48	0,24	0,24	
DL-Metionina	0,17	0,21		6,20	1,05	1,30	
L-Lisina HCL	0,00	0,23		3,50	0,00	0,81	
L-Treonina	0,00	0,00		4,00	0,00	0,00	
Premix vitamínico-mineral	0,30	0,30		7,50	2,25	2,25	
Total	100	100			79,21	73,60	
Custo					0,792	0,736	-7,07

Nutrientes			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.100	3.100	
Proteína bruta (%)	22,51	19,80	-12,40
Lisina digestível (%)	1,12	1,12	
Cálcio (%)	0,80	0,80	
Sódio (%)	0,20	0,20	
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	
Metionina digestível (%)	0,46	0,48	
Met+Cis digestível (%)	0,82	0,82	
Treonina digestível (%)	0,88	0,77	

Fonte: Duarte; Junqueira (2013).

Você pode verificar na Tabela 4.7 que a utilização de aminoácidos industriais reduz a necessidade de elevados teores de proteína bruta, bem como os custos da dieta.

A progressiva diminuição da proteína bruta da dieta pode levar a uma situação em que outros aminoácidos, como a treonina e principalmente os aminoácidos de cadeia ramificada, valina e isoleucina, geralmente



supridos por dietas com alta proteína bruta, tornem-se limitantes (AJINOMOTO, 2007). Dessa forma, para melhorar o desempenho das aves submetidas às dietas com reduções proteicas, deve-se ter a preocupação em fornecer níveis mínimos de outros aminoácidos limitantes, como a treonina, a isoleucina, a valina, a arginina e o triptofano (AJINOMOTO, 2007; DUARTE; JUNQUEIRA, 2013).

Mas, afinal, o que são aminoácidos limitantes?

São aqueles que apresentam concentração limitada na dieta, para permitir o crescimento máximo. Os aminoácidos limitantes para as aves em uma dieta milho-soja ocorrem na sequência:

1º) metionina, 2º) lisina, 3º) treonina, devendo ser suplementados nessa ordem.

Para suínos em uma dieta milho-soja, a sequência de aminoácidos limitantes é: 1º) lisina, 2º) treonina, 3º) metionina e 4º) triptofano.

Sempre serão esses os aminoácidos limitantes? Não. A limitação está relacionada aos ingredientes utilizados na dieta e as exigências dos animais, ou seja, caso os ingredientes sejam alterados, a sequência não se manterá, pois a composição aminoacídica dos ingredientes é bastante diferente.

É importante saber que na formulação de dietas para todas as espécies animais, não somente aves e suínos, há necessidade de manter a relação entre a energia e os demais nutrientes, já que a energia é a primeira demanda a ser satisfeita pelo animal. Com isso, caso haja elevação desta, acima dos níveis estipulados nas tabelas de exigências nutricionais, haverá necessidade de ajuste dos nutrientes, com elevação proporcional destes.

Outra questão importante a ser considerada nas formulações de dietas para aves e suínos é a inclusão de enzimas que auxiliam no aproveitamento de nutrientes, dentre elas a fitase, que conforme anteriormente citado, trata-se de um importante aditivo que facilita o aproveitamento do fósforo de origem vegetal, o que permitirá maior eficiência na utilização de fósforo (fósforo disponível) pelo animal e, conseqüentemente, possibilidade de redução dos teores deste na dieta.

Nesse sentido, é importante destacar dois fatores: o fosfato bicálcico é uma fonte finita e deve ser utilizado de forma eficiente, além disso, há grande impacto ambiental pela excreção excessiva de fósforo e nitrogênio no ambiente, o que pode repercutir em eutrofização dos corpos d'água.



### Refleta

Em relação à questão da excreção de nutrientes e do meio ambiente, há grande preocupação, principalmente no que tange os suínos, conhecidos como espécies que geram elevada quantidade de resíduos líquidos (maior potencial poluente) e sólidos (menor potencial poluente).

Os resíduos destes animais, além de estarem relacionados à eutrofização dos corpos d'água, também podem contaminar águas subterrâneas com nitritos e patógenos, bem como repercutir em excesso de nutrientes e metais pesados no solo. Com isso, há necessidade de tratamento e valorização desses dejetos, com o uso de esterqueiras e biodigestores, por exemplo.

No que tange os aspectos nutricionais relacionados à excreção de nutrientes, há possibilidade de melhorar o aproveitamento destes e, conseqüentemente, reduzir a sua excreção, lançando mão de fitase e outras enzimas, como aquelas relacionadas aos carboidratos não estruturais (xilanaase, glucanase, pectinase, celulase), utilização de minerais quelatados, proteína ideal (com uso de aminoácidos industriais).

Essas são algumas posturas nutricionais que os profissionais podem utilizar na busca de redução de dejetos que impactem negativamente sobre o meio ambiente. Sugerimos que você pesquise e analise outras estratégias.

Para finalizar, é importante apresentar, de forma sucinta, as principais formas físicas das dietas para aves e suínos disponíveis no mercado. De forma geral, há principalmente dietas farelada e peletizada. Você deve estar se perguntando qual a diferença entre estas. As dietas peletizadas possuem em geral maior aproveitamento pelos animais e maior desempenho deles quando comparado às fareladas, o que está relacionado ao processo de produção, pois, na peletização, há cozimento parcial do alimento, com elevação da temperatura e uso de pressão, enquanto que as fareladas passam apenas pelo processo de moagem e mistura.

Além de melhorar o aproveitamento dos nutrientes nas dietas peletizadas, é citada também a redução das perdas e o menor gasto de energia para ingestão da ração, o que repercute em resultados positivos. Para suínos, especificamente, deve-se estar atento ao uso de dietas peletizadas e/ou fareladas de reduzido DGM (Diâmetro Geométrico Médio) na fase de crescimento e terminação, o que parece predispor os animais ao aparecimento de úlceras gástricas.



### Exemplificando

Prezado aluno, verifique na Tabela 4.8 uma fórmula nutricional para suínos, informação importante para que você conheça as principais matérias-primas empregadas e seus teores médios para a categoria específica.

Tabela 4.8 | Dietas balanceadas para suínos de médio potencial genético na fase de crescimento

Alimentos	Dieta
Milho Grão	75,76
Farelo de soja	20,46
Óleo de soja	1,00
Calcário	0,664
Fosfato bicálcico	0,92
Sal comum	0,428
L-Lisina HCL	0,215
DL-Metionina	0,023
L-Treonina	0,030
Premix Vitaminico Mineral	0,500
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição Nutricional</b>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3271
Proteína bruta (%)	15,53
Lisina digestível (%)	0,831
Metionina+Cistina digestível (%)	0,503
Treonina digestível (%)	0,542
Cálcio (%)	0,551
Fósforo (%)	0,459
Sódio (%)	0,170

Fonte: Sakomura; Rostagno (2007).



### Pesquise mais

Capacite-se ainda mais em formulação de dietas para aves e suínos. Entenda o papel dos aminoácidos industriais para estes animais. Para isso, selecionamos dois materiais para você:

SÁ, L.; NOGUEIRA, E.; GOULART, C.; COSTA, F. P. **Aminoácidos na nutrição de frangos de corte**. Disponível em: <[http://www.lisina.com.br/upload/Informativo\\_Aminoacidos%20para%20nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20Frangos%20de%20Corte%202012.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_Aminoacidos%20para%20nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20Frangos%20de%20Corte%202012.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2016

NOGUEIRA, E. et al. **Nutrição de aminoácidos para leitões**: uma visão

da indústria. In: Informativo da Ajinomoto. Disponível em: <[http://www.lisina.com.br/upload/Informativo\\_Nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20aminoacidos%20para%20leitoes%202012.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_Nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20aminoacidos%20para%20leitoes%202012.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2016.

## Sem medo de errar

Vamos explorar o caso hipotético da seção?

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, com o objetivo de divulgar a revista e apresentar as parcerias de referências na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet, assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

No primeiro desafio, Nilce entrevistou pesquisadores para obter informações sobre softwares para formulação de dietas para animais. Na seção atual, a redatora deverá dialogar com profissionais da área de galinhas poedeiras e verificar questões relacionadas à formulação de dietas para estes animais.



### Atenção

A nutrição de aves é muito ampla e, com o objetivo de apresentar apenas pontos principais, não serão abordadas as especificidades das espécies e principalmente das galinhas poedeiras. No entanto, estes animais apresentam particularidades muito importantes e, com isso, sugerimos que você entre em contato com profissionais da área, bem como pesquise em materiais pontos consideráveis e destaque-os em seu relatório.

## Avançando na prática

### Dietas para leitões

#### Descrição da situação-problema

Ana Lúcia pretende iniciar atividade de criação de suínos, porém a empreendedora não possui formação na área e não tem conhecimento algum da nutrição e da produção destes animais. Ana Lúcia busca então auxílio de um médico veterinário que atue na área para consultoria. Dentre as principais dúvidas da empreendedora está a

nutrição de leitões. Ana Lúcia estudou alguns materiais sobre o assunto, mas ainda tem muitas dúvidas sobre por que tem sido dada tanta importância para a alimentação dessa categoria animal.



### Lembre-se

Para responder a esta questão, você deverá retomar a distribuição dos animais nas diferentes categorias (pré-inicial, inicial, crescimento, terminação, fêmeas gestantes, fêmeas lactantes e machos reprodutores).

Além disso, será necessário que você pesquise sobre enzimas digestivas em leitões, adaptação para troca de alimentos, bem como diarreia nestes animais.

### Resolução da situação-problema

Para responder a esse questionamento, o médico veterinário deverá compreender o ciclo de produção da suinocultura. Os leitões são animais susceptíveis a diarreias, por isso cuidados especiais devem ser tomados com esta categoria animal na granja de produção.

Em razão da mudança brusca de ambiente e de ração a que os leitões muito jovens (em média 21 dias de idade) são submetidos após o desmame, o nutricionista deve levar em consideração as limitações e os progressos no desenvolvimento do sistema digestório do leitão, aliado ao uso de ingredientes altamente digestíveis e com boa qualidade. Com isso, nesses animais, a troca de alimento deve ser gradual com a utilização de ingredientes lácteos, como o soro de leite, que possui elevada palatabilidade, digestibilidade e interessante valor biológico.

Outro ponto importante a ser considerado é a alta frequência de diarreias nesta fase, que podem ser patogênicas (que ocorrem por ocasião de microrganismos oportunistas do meio, diminuindo a imunidade e provocando efeitos deletérios no desempenho) ou nutricional (decorrente do fornecimento ao leitão de dietas com a presença de ingredientes de difícil digestão).



### Faça você mesmo

Acesse a seguinte plataforma:

**Programa Prático para Formulação de Ração – Versão Excel 2010.** Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/home>>. Acesso em: 7 ago. 2016.

Utilize também:

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br/arquivos/Geral%20Portugu%C3%AAs.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

Assim, você se familiarizará cada vez mais com as matérias-primas e se capacitará muito em nutrição animal.

Mas não deixe de treinar algumas formulações manuais. Bom trabalho!

### Faça valer a pena

**1.** Atualmente, os frangos de corte são abatidos com idade em torno de:

- A. 30 dias de vida.
- B. 42 dias de vida.
- C. 2 meses e meio de vida.
- D. 3 meses e meio de vida.
- E. 6 meses de vida.

**2.** Em relação às dietas para suínos:

I – Os suínos devem receber altos teores de proteína bruta, sendo importante considerar apenas os aminoácidos não essenciais.

II – Os suínos são animais com baixo potencial poluidor.

III – As dietas para suínos consideram a utilização de aminoácidos industriais.

Assinale a alternativa correta:

- A. Apenas a afirmação I está correta.
- B. Apenas a afirmação II está correta.
- C. Apenas a afirmação III está correta.
- D. As afirmações I e II estão corretas.
- E. As afirmações II e III estão corretas.

**3.** Dentre as estratégias para formulação de dietas para aves e suínos:

I – Uso de aminoácidos industriais e proteína ideal devem ser considerados na produção destes animais.

II – São animais de pouca expressão na produção nacional de ração, com isso poucos estudos são conduzidos com essas espécies.

III – A utilização de enzimas exógenas pode melhorar o balanço nutricional dos animais e reduzir a excreção de nutrientes.

Assinale a afirmação correta:

- A. Apenas a afirmação I está correta.
- B. Apenas a afirmação II está correta.
- C. Apenas a afirmação III está correta.
- D. As afirmações I e II estão corretas.
- E. As afirmações I e III estão corretas.

## Seção 4.3

### Manejo no bovino

#### Diálogo aberto

Caro aluno, vamos dar continuidade aos estudos de nutrição e alimentação animal? Nesta unidade de ensino do livro didático, você já conheceu os métodos para formulação de alimentos para animais e os pontos importantes a serem considerados na formulação de dietas para aves e suínos. A produção de alimentos para animais é uma tarefa árdua, mas bastante empolgante e de extrema importância para os profissionais que atuam diretamente com nutrição e alimentação animal. Com isso, sugerimos que você reveja os materiais das Seções 4.1 (Métodos) e 4.2 (Cálculo de ração) e pratique com novos exercícios.

Vamos prosseguir com os estudos desta unidade de ensino?

Agora, nesta nova seção, serão abordados aspectos importantes no manejo alimentar de bovinos de corte e leite. Tais questões serão tratadas de forma superficial apenas para que você as conheça. No entanto, para capacitar-se ainda mais em nutrição animal, é importante que você se dedique, leia os materiais suplementares disponíveis no livro didático e na webaula e que também busque novos materiais.

Vamos relembrar a situação-problema desta unidade de ensino. Você se lembra do que se trata?

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, com o objetivo de divulgar a revista e apresentar as parcerias de referências na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet, assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

Na Seção 4.1, Nilce entrevistou pesquisadores sobre softwares para formulação de dietas para animais; na Seção 4.2, a redatora dialogou com profissionais da área



de aves e verificou pontos relacionados à formulação de dietas. Agora, Nilce deverá se concentrar em uma pesquisa sobre aspectos importantes a serem considerados no manejo alimentar de ovinos. Para tanto, será preciso entrevistar profissionais da área (agrônomos, médicos veterinários e zootecnistas) e compreender questões de interesse.

Bons estudos!

## Não pode faltar

Prezado aluno, discutiremos agora os pontos importantes a serem considerados no manejo nutricional e alimentar de bovinos de corte e leite. No entanto, antes de iniciar o tema, temos de relembrar uma questão essencial para a compreensão dos tópicos abordados. Você deve se lembrar de que os bovinos são animais ruminantes, os quais possuem o estômago dividido em quatro segmentos: rúmen, retículo, omaso e abomaso. O rúmen é uma câmara de fermentação, com uma microbiota bastante rica e importante na digestão do alimento e do metabolismo energético e proteico dos animais. Com isso, na nutrição de ruminantes, deve-se estar atento às exigências nutricionais das espécies e também preocupar-se muito com os microrganismos presentes no rúmen. Com isso, o nutricionista deve considerar a nutrição de dois ambientes/sistemas, o animal em si e os microrganismos presentes no rúmen, os últimos muito exigentes de condições ambientais ótimas para a manutenção e multiplicação, o que repercutirá diretamente sobre o desempenho do hospedeiro.

Mas, afinal, qual é a importância do rúmen e destes microrganismos para os hospedeiros? Esses microrganismos possibilitam que os animais ruminantes aproveitem alimentos de relativa baixa qualidade, indigestível pelas enzimas dos animais, e transforme-os em alimentos de alta qualidade (carne e leite), os quais serão fonte de alimento para os seres humanos.

Apesar de ruminantes, bovinos de corte e leite, existem importantes diferenças no que tange o manejo alimentar e nutricional. Além desses animais, há ainda os pequenos ruminantes, que não serão trabalhados diretamente nesta seção do livro didático e, com isso, sugere-se que você busque outros materiais relacionados ao tema, além do auxílio do docente para obter mais informações.

Iniciaremos os estudos de manejo nutricional e alimentar de bovinos de corte e leite. Para facilitar o seu processo de ensino-aprendizagem, a seção foi dividida em bovinos de leite e corte, bem como nas diferentes categorias animais.

### Bovinos de Leite

É importante ter em mente que o manejo nutricional e alimentar modificará de

acordo com aspectos relacionados ao tipo de animal, à produção dos animais e, principalmente, em relação às categorias animais e ao estágio de lactação em que a vaca se encontra.

### Manejo nutricional e alimentar de bezerros

No manejo alimentar de bezerros de leite, deve-se considerar que o alimento do animal, o leite, na realidade é o produto comercializado pelo produtor, no entanto, a única forma de a vaca produzir leite é gerando o bezerro. Com isso, o desaleitamento dos bezerros deve ser precoce para que o leite seja comercializado pelo produtor, gerando receita para ele.

Ao nascer, os bezerros devem receber o colostro produzido pela vacas; esse produto é rico em imunoglobulinas e será de fundamental importância para a imunidade dos recém-nascidos. Como as imunoglobulinas são moléculas grandes, sabe-se que sua absorção é possível apenas nas primeiras horas de vida, quando as junções das células intestinais permitem seu transporte de forma intacta. Após esta ingestão de colostro, os animais são separados das vacas e mantidos em instalações apropriadas, onde receberão sucedâneo por determinado período, sendo esta fase conhecida como cria.



#### Refleta

Além do sucedâneo (substância que pode substituir o leite integral), nesta fase o animal deverá receber volumoso e concentrado, que será importante para a papilação e o desenvolvimento do rúmen.

### Manejo na recria

Nos sistemas intensivos de produção com animais europeus, é possível o desaleitamento dos animais em torno dos 60 dias de vida e, após isso, estes são manejados como animais em recria. Muitas vezes, os produtores tendem a imaginar que a fase de recria é de grande prejuízo e, com, isso tendem a minimizar a sua importância, no entanto, deve-se considerar que estes animais farão a reposição do plantel, então é importante ter grande atenção a esta categoria animal, com principal cuidado ao escore de condição corporal, mantendo-o próximo do ideal, sem que haja deposição de gordura nas glândulas mamárias, o que repercutirá em menor produção de leite na primeira lactação. Estas vacas deverão realizar a primeira cobertura quando atingirem 60% do peso corporal adulto.

## Manejo em vacas de produção

Os animais em produção de leite podem ser mantidos à pasto ou confinados, o que dependerá essencialmente de investimentos em instalações e do potencial genético para produção do rebanho. Nesse sentido, aspectos nutricionais referentes ao tipo de alimento e à relação entre concentrado e volumoso diferenciará bastante, porém, os princípios relacionados às fases de produção devem ser os mesmos.

Em animais à pasto, deve-se ter em mente a avaliação do pasto (quantidade e qualidade) e a produtividade animal, com a necessidade de suplementação de concentrado e volumoso em determinadas épocas do ano (período seco). A utilização de volumosos como silagem de milho e capineiras (para produção de canas-de-açúcar associada à suplementação nitrogenada, por meio da ureia ou de fonte proteica, como o farelo de soja) trata-se de estratégias que auxiliam no manejo nutricional dos animais.

Na fase de produção, os animais apresentam diferentes requerimentos, o que está de acordo com a produção, o consumo de matéria seca, o desenvolvimento fetal e as questões hormonais e, com isso, deverão ser manejados de forma diferente, relativo ao estágio de lactação, conforme apresentado na Figura 4.1.

Figura 4.1 | Fases do ciclo lactacional de vacas leiteiras em meses



Fonte: Pedreira, Tonato e Barioni (2014).

Baseando-se na Figura 4.1, pode-se considerar que animais em início de lactação apresentam redução muito significativa de peso corporal, com importante elevação da produção de leite. No entanto, conforme observado, o consumo de matéria seca ainda não atinge ao máximo, ou seja, o animal apresenta-se em balanço energético negativo e, assim, há a necessidade de uma relação entre concentrado e volumoso que favoreça os concentrados, elevando a densidade energética da dieta. No meio da lactação, note que o consumo de matéria do animal se eleva, o que repercute em balanço energético positivo. Já na fase final, a produção de leite dos animais é bastante reduzida quando comparada à fase inicial e, com isso, os requerimentos dos animais estão reduzidos, sendo empregadas, nesta fase, dietas com elevado teor de volumoso em relação aos concentrados. Na Figura 4.1, não é apresentado o crescimento fetal, contudo é importante ressaltar que este se torna relevante do ponto de vista nutricional no terço final da gestação, o que ocorre principalmente no período seco.

Não existe uma receita de bolo para a formulação de dietas para animais. Na área de biológicas, as avaliações devem ser individualizadas e, no caso da produção

animal, com os lotes nas respectivas categorias. Nesse sentido, é importante que o nutricionista esteja atento à produção de leite, bem como ao escore de condição corporal dos animais, sendo importante que estes entrem em lactação em escore de condição corporal adequado para que suportem a fase inicial e intermediária da lactação, em que será notado redução do peso, enquanto que, na fase final, o animal deve ter recuperado o escore para a próxima lactação.

Caso você já tenha cursado a disciplina Produção de Ruminantes, ou tenha interesse na área de formação de bovinos de leite, já deve ter visto que na criação destes animais objetiva-se produção de leite por um intervalo de 305 dias do ano, enquanto que os 60 dias restantes são reservados para o período seco dos animais (vale ressaltar que, em situações de campo, alcançar tais índices nem sempre é possível).

O período seco tem como objetivo a manutenção do escore de condição corporal, preparação da glândula mamária e do trato gastrointestinal (elevação de concentrado) para a próxima lactação, bem como minimizar as desordens digestivas, metabólicas e infecciosas.

Outro aspecto importante relacionado à alimentação de vacas de produção de leite é o chamado período de transição que, como o próprio nome diz, refere-se à passagem do período seco para a fase de produção. Essa época de mudança tem como objetivo reduzir as alterações metabólicas, digestivas e infecciosas associadas à troca de dieta e às alterações hormonais que ocorrem nos animais para a produção de leite e colostro. O período de transição compreende, no geral, as três últimas semanas do pré-parto e as três primeiras semanas pós-parto. Os cuidados a serem tomados no pré-parto são: monitoramento do escore de condição corporal dos animais, que devem ser mantidos entre 3,5 e 3,75, elevação gradual da densidade energética da dieta e utilização de dietas aniônicas.



### Assimile

O uso de dietas aniônicas no pré-parto é extremamente importante para a redução dos casos de febre do leite (hipocalcemia) no pós-parto, já que nesta fase os animais mobilizarão grande quantidade de cálcio. O ambiente ácido facilita o mecanismo de reabsorção óssea de cálcio para a manutenção da calcemia através do PTH (paratormônio). Caso seja suplementado cálcio aos animais, tal reabsorção não ocorrerá adequadamente e quando o animal necessitar de alta quantidade de cálcio para a manutenção da calcemia, não terá o mecanismo estabelecido. O cálcio via dieta não será suficiente e o quadro de febre do leite estará instalado.

No pós-parto, diferentemente do pré-parto, são empregadas dietas catiônicas, baseadas em bicarbonato, o que será importante para a

redução da acidose metabólica imposta pelo aumento do teor de concentrado (para elevação da densidade energética e minimização do balanço energético negativo) na dieta dos animais.



### Exemplificando

Como exemplo de formulação de dietas para vacas leiteiras, vamos observar o exemplo abaixo:

Uma vaca de 400 kg, com média de produção diária de leite de 10 kg, consumindo diariamente 2,7% do seu peso corporal em matéria seca, ou seja, um consumo de 10,8 kg de MS de forragem por dia. A pastagem é de capim Marandu (*Braquiaria brizantha*) e corresponde aos seguintes níveis nutritivos: 49,29% de NDT e 7,36% de PB.

Tabela 4.9 | Concentrado para suplementação dos nutrientes de uma pastagem

Dados	NDT	Proteína bruta
Fornecido pela forragem	$5,32\text{kg} = (10,8 \times 49,29)/100$	$0,795\text{kg} = (10,8 \times 7,36)/100$
Necessidade para manutenção	3,13	0,318
Saldo	$2,19 = (5,32 - 3,13)$	$0,477 (0,795 - 0,318)$

Fonte: adaptado de Salman et al. (2011).

Ao considerar as exigências para a produção de 1 kg de leite com 3,5% de gordura por vaca/dia (0,301kg de NDT e 0,084 kg de proteína bruta), o excedente em NDT da pastagem pode proporcionar a produção de 7,3 kg de leite ( $2,19 \div 0,301$ ).

Contudo, para esta produção diária de leite haverá um requerimento de PB de 0,613 kg ( $7,3 \times 0,084$  g). O déficit de proteína, nesse caso, será de 0,136 kg ( $0,613 - 0,477$ ). Nessa ocorrência, um sal proteinado à base de farelo de soja deverá ser utilizado. A seguinte proporção de farelo de soja precisará ser utilizada:

1 kg de farelo de soja ----- 0,450 g de proteína bruta

X ----- 0,136 kg de proteína bruta

$X = 0,136/0,450 = 0,302$  kg de farelo de girassol

Fonte: adaptado de Salman et al. (2011).

Para vacas de leite, é necessário ter em mente a importância do

concentrado e volumoso para a produção e gordura no leite. O volumoso está relacionado à produção de ácido acético, responsável pela elevação de gordura no leite e o concentrado relaciona-se ao ácido propiônico, que repercute em elevação da produção de leite.

### Manejo de bovinos de corte

Antes de iniciar a temática, deve-se lembrar de que, em geral, 95% do rebanho nacional de corte é mantido a pasto, sendo o confinamento utilizado para a terminação de uma parcela menor do rebanho.

Para os animais a pasto, é essencial a suplementação mineral, pois, conforme destacado na Seção 3.2 (Formulação e avaliação mineral), as pastagens possuem deficiências em muitos minerais. Nesse sentido, a suplementação dos animais com essas misturas repercutirá diretamente sobre o seu desempenho.

De acordo com Gomes et al. (2015), a suplementação alimentar tem grande impacto na sustentabilidade de sistemas de produção de bovinos de corte, especialmente no Brasil Central Pecuário. Isso se deve a uma marcante sazonalidade na produção forrageira nessa região, com forte redução do crescimento das plantas na estação seca. Obviamente, o fator de crescimento mais limitante é a água, mas o fotoperíodo mais curto e as temperaturas mais baixas também limitam a disponibilidade forrageira das pastagens. Agravando o problema da menor disponibilidade de pastagem, está o fato de que as forrageiras apresentam qualidade nutricional mais baixa, especialmente pelo envelhecimento dos tecidos vegetais, consequência da redução de conteúdo celular e lignificação. Mesmo para baixas taxas de lotação, a combinação de menor oferta e qualidade da forragem resulta em perda de peso dos animais ou taxas de ganho muito baixas, sendo importante a vedação de pasto para a época seca e o dimensionamento de espaço em cocho (cm por cabeça) para evitar disputas.

### Semiconfinamento

O semiconfinamento está inserido como possível opção para tornar mais eficiente o período final da engorda, em que elevada quantidade de concentrado é fornecido para bovinos mantidos em pastagens. De uma forma mais simples, a parte volumosa da dieta é o pasto, o qual está permanentemente à disposição dos animais, sendo o concentrado fornecido em cochos, podendo utilizar os mesmos ingredientes do confinamento tradicional.

### Confinamento

O confinamento na fase de terminação trata-se de um sistema de criação de

bovinos em que lotes de animais são mantidos em piquetes ou currais com área restrita e onde os alimentos e água são fornecidos em cochos, com vistas à antecipação da terminação dos animais, acabamento das carcaças (deposição de gordura subcutânea) e programação de abates ao longo do ano. Contudo, esse método é praticado basicamente em sistemas intensivos de produção, já que necessitam de elevada tecnificação para o seu sucesso.

No confinamento de bovinos de corte, são utilizadas dietas que desafiam o animal, do ponto de vista da saúde ruminal, as quais possuem alta porcentagem de concentrado e, conseqüentemente, elevam a fermentação no rúmen e, como resposta, repercutem em proeminente produção de ácidos graxos de cadeia curta e outros produtos, que reduzem o pH do rúmen e, conseqüentemente, podem predispor em desordens metabólicas (acidose metabólica, timpanismo, laminite e abscessos hepáticos). Dentre as estratégias utilizadas para a redução destes distúrbios, estão: adaptação prévia à dieta; fornecimento mínimo de fibra fisicamente efetiva para promover a ruminação; utilização de aditivos alimentares, tais como ionóforos; manutenção dos horários de fornecimento de ração; ajuste adequado do fornecimento de ração, com relação especificamente aos métodos de fornecimento do alimento, o técnico deve considerar o uso de dieta fornecida na forma de ração total (mistura de volumoso e concentrado) e fornecimento em pelo menos dois tratos diário (GOMES et al., 2015).



### Pesquise mais

Caro aluno, sugerimos que você leia os materiais sobre manejo alimentar e nutrição para bovinos de corte e leite que selecionamos para você.

GOMES, R. C. et al. **Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento.** Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1011236/1/NutricaoAnimalCAPITULO09.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

SIGNORETTI, R. D. **A importância da alimentação e do manejo de vacas leiteiras em produção.** Disponível em: <[http://www.coanconsultoria.com.br/images/artigos/imp\\_alimen\\_manejo\\_vacas.pdf](http://www.coanconsultoria.com.br/images/artigos/imp_alimen_manejo_vacas.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2016.

CAMPOS, O. F. et al. **Recria em bezerros leiteiros.** Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/recrialeite.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

### Sem medo de errar

Vamos ao caso hipotético da seção?

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento,

dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, com o objetivo de divulgar a revista e apresentar as parcerias de referências na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet, assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

No primeiro desafio, Nilce entrevistou pesquisadores sobre softwares para formulação de dietas para animais. Na Seção 4.2, a redatora dialogou com profissionais da área de aves e verificou pontos relacionados à formulação de dietas. Agora, Nilce deverá se concentrar em uma pesquisa sobre aspectos importantes a serem considerados no manejo nutricional e alimentar de ovinos. Para tanto, a profissional precisará entrevistar profissionais da área (agrônomos, médicos veterinários e zootecnistas) e compreender as questões de interesse.



### Atenção

Assim como Nilce, para facilitar a sua pesquisa, entre em contato com associações de criadores de ovinos de sua região. Questione-os sobre o manejo alimentar que pode ser realizado visando a redução da infestação dos animais com parasitas presentes nas pastagens. Também pergunte sobre diferenças no hábito de pastejo em comparação aos bovinos e verifique as forrageiras mais adequadas em base do seu hábito de crescimento.

## Avançando na prática

### Uso da ureia na produção de bovinos

#### Descrição da situação-problema

Joelma é filha de um pecuarista que trabalha com bovinos de corte na região de Mato Grosso. Ela já reconhece a importância da ureia para a produção animal, mas como uma curiosa adolescente, questiona o veterinário de sua propriedade sobre a intoxicação com o aditivo, como pode ser evitada e, em caso de intoxicação, como deve ser a sua postura.



### Lembre-se

Para responder à questão, você deverá retomar o item *Não pode faltar* e localizar materiais que tratam de ureia na alimentação de ruminantes.



### Resolução da situação-problema

Na utilização de ureia, é importante que o produtor tenha alguns cuidados, para evitar as intoxicações que podem levar o animal à morte. Dentre essas precauções estão: adaptar previamente ao aditivo; não utilizar em pastos com baixa disponibilidade de forragem, mas priorizar os de alta disponibilidade e de baixo valor nutritivo; misturar bem a ureia no sal mineral e fornecer continuamente; prover a mistura, de preferência, em cochos cobertos; assentar os cochos em desnível e furá-los, para drenar eventual água de chuva, pois, dessa forma, evita-se o acúmulo de água e o risco de intoxicação pela ingestão excessiva da ureia solubilizada (GOMES et al., 2015).

Em caso de intoxicação, são utilizadas substâncias ácidas, com o objetivo de reduzir a sua absorção. Dentre essas estão o vinagre e o ácido acético 5%, no entanto, é importante o tratamento assim que surgirem os primeiros sinais de intoxicação.



#### Faça você mesmo

Ainda em relação à ureia, mas especificamente em relação aos bezerros, sugerimos que você pesquise a partir de que idade pode-se suplementar esta categoria com o aditivo e por quais motivos.

### Faça valer a pena

**1.** O desaleitamento dos bezerros de vacas de leite em sistema intenso ocorre em geral:

- A. Logo no nascimento, antes de ingerir o colostro.
- B. Logo depois do nascimento, após ingestão do colostro.
- C. Entre sete e oito dias do nascimento.
- D. Entre 60 e 90 dias de idade.
- E. Entre sete e oito meses de idade.

**2.** Em relação à produção de ruminantes na época de seca:

- I – Nessa época, a suplementação dos animais com alimentos concentrados é importante para corrigir deficiências das pastagens.
- II – A suplementação de ureia pode ser utilizada com o objetivo de fornecimento de nitrogênio para os microrganismos do rúmen.
- III – A cana-de-açúcar nunca deve ser usada na alimentação de vacas de leite, pois reduz muito a produção.

Assinale a alternativa correta:

- A. Apenas a afirmação I está correta.
- B. Apenas a afirmação III está correta.
- C. As afirmações I e II estão corretas.
- D. As afirmações I e III estão corretas.
- E. As afirmações II e III estão corretas.

**3.** Em relação aos bezerros de vacas leiteiras:

I – Os bezerros possuem a capacidade de absorver o colostro por até duas semanas após o nascimento.

II – O manejo adequado na recria é extremamente importante, pois estes animais farão a futura reposição do plantel.

III – Os bezerros devem receber apenas leite durante a fase de cria.

Assinale a alternativa correta:

- A. Apenas a afirmação I está correta.
- B. Apenas a afirmação II está correta.
- C. Apenas a afirmação III está correta.
- D. As afirmações I e III estão corretas.
- E. As afirmações II e III estão corretas.



## Seção 4.4

### Manejo de cães e de gatos

#### Diálogo aberto

Caro aluno, finalizamos com esta seção o nosso livro didático da disciplina Nutrição Animal. Foi um período muito intenso, mas também muito proveitoso. Esperamos ter conseguido contribuir com o seu processo de capacitação em Nutrição Animal, pois, conforme discutimos em algumas passagens do LD, esta disciplina é profissionalizante e poderá ser uma de suas áreas de atuação após a formação na graduação.

A Nutrição Animal, como você pôde comprovar ao longo deste período, trata-se de uma disciplina fundamental para aqueles que desejam atuar com produção animal. Da mesma forma, na rotina clínica dos pequenos animais, aspectos nutricionais também são extremamente importantes, pois os nutrientes possuem tropismo por tecidos específicos e é possível modular diversas afecções clínicas através do conhecimento de nutrição animal, sendo, dessa forma, um coadjuvante ao tratamento clínico.

Nesta unidade do livro didático, você já conheceu os métodos para a formulação de alimentos. Na sequência, iniciamos os estudos com as espécies-alvo: aves, suínos, bovinos de corte e leite. Para finalizar o livro didático, apresentaremos alguns aspectos básicos relacionados ao manejo nutricional e alimentar de cães e gatos.

Esperamos que você aproveite este conteúdo e, apesar do nosso curto espaço para tratar da temática, tentamos torná-lo o mais prático possível.

Vamos à situação-problema da seção? Você se recorda do que se trata?

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, com o objetivo de divulgar a revista e apresentar as parcerias de referência na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet, assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

Na Seção 4.1, Nilce entrevistou pesquisadores sobre softwares para formulação de dietas para animais, na Seção 4.2, a redatora dialogou com profissionais da área de aves e verificou pontos relacionados à formulação de dietas, na Seção 4.3, ela concentrou sua pesquisa sobre aspectos importantes a serem considerados no manejo nutricional e alimentar de pequenos ruminantes. Agora, nesta última seção, Nilce deverá elaborar uma prescrição de suplementação para cães ou para gatos que apresentem alterações dermatológicas.

Esperamos que você aproveite esta última seção do livro didático, preparado com muito carinho para o seu desenvolvimento técnico-profissional.

Bons estudos!

### Não pode faltar

Caro aluno, iniciaremos agora os estudos de manejo alimentar de cães e gatos, temática recentemente explorada no meio científico quando comparado às demais espécies animais abordadas (aves, suínos e bovinos de corte e leite). Sabe-se que existe grande interesse de forma geral na medicina veterinária na clínica de pequenos animais, no entanto, como este material trata apenas de uma ferramenta elementar em sua formação, aqui serão abordados apenas aspectos relacionados à nutrição básica de cães e gatos de forma superficial, porém muito prática.



#### Pesquise mais

Foram selecionados dois materiais sobre nutrição clínica para que você aprofunde os seus conhecimentos na área:

CÃES E GATOS VET FOOD. **Conduta dietética na doença renal crônica**

Disponível em: <<http://www.caesegatos.com.br/conduta-dietetica-na-doenca-renal-cronica/>>. Acesso em: 7 set. 2016.

KROLL, F. S. A. et al. **A importância do sódio no manejo nutricional de cães e gatos cardiopatas**. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/15345309-A-importancia-do-sodio-no-manejo-nutricional-de-caes-e-gatos-cardiopatas.html>>. Acesso em: 7 set. 2016.

Para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, esta seção do livro didático será dividida em: idiossincrasias dos felinos e aspectos importantes a serem consideradas nas diferentes fases fisiológicas (filhotes, adultos, reprodução e senilidade).

## Idiosincrasias dos felinos

Já é muito reconhecido na literatura que os felinos não são cães pequenos; eles apresentam importantes diferenças do ponto de vista metabólico e, dessa forma, os profissionais que atuam com esses animais devem reconhecer tais disparidades para que tenham uma postura nutricional assertiva.

## Comportamento alimentar

Conforme abordado na Seção 1.4 do livro didático, os cães e os gatos apresentam comportamento alimentar diferente. Os felinos são animais neofóbicos, ou seja, apresentam medo do novo, então, quando são expostos a alimentos aos quais não foram habituados anteriormente, tendem a recusá-los. Os cães, por sua vez, são animais que apresentam comportamento alimentar neofílico, isto quer dizer que quando são expostos a um alimento diferente do habitual, tendem a elevar o consumo. Contudo, é importante ressaltar, ainda, que é possível modular tal comportamento quando se atua no período sensível dos animais, fase inicial do desenvolvimento, em que eles estão descobrindo o ambiente e tais experiências serão de suma importância para toda a vida.

Além do mais, os gatos são presas e predadores na natureza, que caçam individualmente. Com isso, esses animais consomem pequenas porções de alimentos, com refeições distribuídas ao longo do dia. Dessa forma, para os felinos, o correto é o fornecimento alimentar em base da necessidade energética, distribuindo em refeições ao longo do dia. Já os cães são animais que caçam em grupos e, assim, consomem rapidamente grande quantidade de alimento. Nesse sentido, para estes animais, o correto é uma alimentação dividida em duas refeições diárias (para filhotes, o ideal são quatro), sempre se baseando também na necessidade energética dos animais.

## Metabolismo de carboidratos e de proteínas

Em relação ao metabolismo de carboidratos, os gatos possuem um único que os fazem ter uma semelhança maior com o metabolismo dos ruminantes do que com o dos caninos. O fígado da maioria dos animais classificados como onívoros tem duas enzimas, a glicoquinase e a hexoquinase, que catalisa a fosforilação da glicose a glicose-6-fosfato. A hexoquinase tem uma baixa constante de Michaelis para glicose, enquanto a glicoquinase tem alta  $K_m$  e opera principalmente quando o fígado recebe um grande aporte de glicose pela veia porta. Como a constante corresponde à concentração do substrato em que a velocidade da reação é metade da velocidade máxima, isso significa que a hexoquinase age em concentrações mais baixas de glicose, enquanto que a glicoquinase atua em concentrações mais elevadas desta. A atividade da glicoquinase em gatos é muito baixa, enquanto que da hexoquinase é normal.

Já em relação ao metabolismo de proteínas, este é um ponto muito discutido e que sempre difere os felinos e os caninos. Os felinos não possuem capacidade de regular as enzimas proteolíticas, quando expostos a dietas com diferentes teores de proteína bruta, ou seja, disseminam a proteína para geração de energia. Além da incapacidade das enzimas catabólicas adaptarem-se às mudanças dos níveis proteicos da dieta, as enzimas que intervêm no catabolismo do nitrogênio funcionam com índices relativamente elevados. Isso faz com que os gatos catabolizem uma quantidade substancial de proteína após as refeições, independentemente do conteúdo proteico da dieta. Nos felinos em crescimento, por exemplo, 40% da proteína é utilizada para o crescimento, enquanto que 60% é utilizada para a manutenção dos tecidos; já nos cães, 65% para o crescimento e 35% para manutenção dos tecidos. Com isso, os requerimentos proteicos dos felinos são mais elevados que para os cães, 26% e 18%, para estes adultos, respectivamente, e 30% e 22% no crescimento, nessa ordem.

Da mesma forma, os felinos possuem ainda especificidades relacionadas ao metabolismo de alguns aminoácidos.

### **Aminoácido taurina**

A taurina é um aminoácido que não faz parte das proteínas, mas que se encontra como aminoácido livre nos tecidos, sendo de grande importância para a manutenção da saúde do músculo cardíaco e da retina, bem como no metabolismo dos sais biliares. De forma geral, a taurina não é um aminoácido essencial para as diferentes espécies animais, pois ela é sintetizada a partir da metionina e da cisteína. Nos felinos, no entanto, existe uma rota competitiva para a síntese de taurina e, com isso, a síntese para a manutenção dos níveis normais de taurina é prejudicada nos felinos, tornando este aminoácido essencial na dieta desses animais.

### **Aminoácido arginina**

A arginina é um reconhecido aminoácido essencial tanto para cães como para gatos. Este aminoácido está relacionado ao ciclo da ureia, conforme você deve se recordar das suas aulas de bioquímica.

A deficiência de arginina repercute em êmese, espasmos musculares, ataxia, hiperestasia e espasmos tetânicos e, por fim, morte. Contudo, apesar da arginina ser essencial tanto para os cães como para os gatos, os felinos apresentam maior sensibilidade à deficiência do aminoácido, o que está relacionado ao fato de que os gatos são incapazes de sintetizar ornitina, a qual é precursora da arginina no ciclo da ureia. Além disso, os gatos também apresentam baixa atividade da enzima que atua na biotransformação da ornitina em arginina para utilização nos tecidos extra-hepáticos, mesmo quando a dieta fornece ornitina.



### Pesquise mais

Leia material que trata da arginina para pequenos animais (página 54 a 61):

REVISTA PET FOOD BRASIL. **Arginina para cães e gatos:** um aminoácido funcional. Disponível em: <[https://editorastilo.com.br/sites/default/files/pdf/revistas/pet%20food/ed%20\(23\)%20dezembro%202012.pdf](https://editorastilo.com.br/sites/default/files/pdf/revistas/pet%20food/ed%20(23)%20dezembro%202012.pdf)>. Acesso em: 7 set. 2016.

## Metabolismo de ácidos graxos

Você já deve ter ouvido falar dos efeitos benéficos dos ácidos graxos da série ômega 6 e 3 para os seres humanos. Para os animais de companhia, estes ácidos graxos também possuem benefícios à saúde. É sabido que os animais conseguem converter os ácidos graxos precursores (linoleico, no caso do ômega 6; linolênico, no caso do ômega 3) nos ácidos graxos araquidônico (ômega 6) e eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), ambos da série ômega 3. As enzimas relacionadas à síntese desses ácidos graxos são as delta-desaturases (instauração da cadeia) e a elongase (elongação da cadeia). No entanto, nos gatos tal conversão não ocorre.

Em pesquisa conduzida por Trevizan et al. (2012), os autores demonstraram que os gatos possuem deficiência da enzima delta-6 desaturase, ou seja, eles não conseguem produzir ácido araquidônico (C20:4, n-6) a partir do linoleico (C18:2, n-6), contudo, foi observado que os gatos sintetizavam o ácido araquidônico quando oferecido um ácido graxo intermediário entre o linoleico e o araquidônico, o gama-linolêico (C18:3, n-6), através da enzima delta-5 desaturase.



### Pesquise mais

Veja o material que trata dos ácidos graxos para cães e gatos:

VETERINARY. **Ômega 3 e 6 na nutrição de cães e gatos.** Disponível em: <[http://www.equilibriototalalimentos.com.br/arquivos\\_artigos/84.pdf](http://www.equilibriototalalimentos.com.br/arquivos_artigos/84.pdf)>. Acesso em: 7 set. 2016.

## Metabolismo de vitaminas

### Vitamina A

Conforme discutido na Seção 3.1 do livro didático, a vitamina A é essencial para o crescimento e a diferenciação dos tecidos, função normal da retina e na reprodução. Uma das fontes de vitamina A para os animais são os carotenoides (oriundo dos vegetais), que, quando consumidos, são convertidos no trato gastrointestinal na forma ativa da vitamina A, através das enzimas que desdobram o betacaroteno em retinal e na sequência reduzido a retinol. Os felinos, por sua vez, possuem deficiência dessa



enzima e, com isso, há necessidade do fornecimento da vitamina A pré-formada para esses animais.

## Niacina

A niacina é uma vitamina relacionada ao metabolismo energético e à replicação de reparo do DNA. Esta vitamina é sintetizada pelos animais a partir do aminoácido triptofano, contudo, de forma pouco eficiente, já que existem vias competitivas presentes. Nos gatos, estas vias competitivas merecem mais destaque, pela atividade elevada de determinada enzima (picolinato carboxilase) e, conseqüentemente, a capacidade de síntese da niacina torna-se ainda mais prejudicada quando comparado a outras espécies animais.

Caro aluno, pelo exposto acima, é possível observar que os felinos apresentam grande diferenças em relação aos cães e muitas destas estão relacionadas à baixa ou elevada atividade de determinadas enzimas. Essas alterações fazem com que classifiquemos os felinos como carnívoros estritos e os cães como onívoros. Tais questões repercutirão em grandes diferenças nos requerimentos nutricionais destes animais, além disso, outros nutrientes também apresentarão diferença, pela inter-relação destes.



### Pesquise mais

Caro aluno, no material a seguir, você pode identificar as diferenças nos requerimentos nutricionais de cães e gatos:

THE EUROPEAN PET FOOD INDUSTRY FEDERATION. **Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs.** Disponível em: <[http://www.fediaf.org/fileadmin/user\\_upload/Reports/Nutritional\\_\\_\\_Analytical\\_Science/Nutritional\\_guidelines.pdf](http://www.fediaf.org/fileadmin/user_upload/Reports/Nutritional___Analytical_Science/Nutritional_guidelines.pdf)>. Acesso em: 7 set. 2016.

## Manejo alimentar nas diferentes fases fisiológicas

Conforme já abordamos na Seção 4.1, para a adequada formulação de dietas para os animais, o profissional deve ter em mente que as espécies apresentam grandes diferenças nas exigências nutricionais de acordo com a fase fisiológica. Com isso, os profissionais que atuam na nutrição devem reconhecer tais diferenças e saber como interpretá-las.

## Filhotes

A fase de crescimento é uma das mais críticas e as medidas adotadas durante esta etapa refletirão no desempenho e na conformação do animal adulto. Muito tem sido discutido sobre o fornecimento de energia, de proteína e de cálcio, já que esses elementos são pontos de destaque na nutrição durante essa fase. O fornecimento de alimentações controladas, baseadas nas necessidades energéticas dos animais parece ser uma medida importante para evitar a aceleração da taxa de crescimento e o sobrepeso que podem ter consequências graves, com o aparecimento de uma série de doenças ósseas. Dentre todos os pontos críticos, o cálcio é o mais preocupante. Além das quantidades presentes nos alimentos comerciais, a suplementação realizada por muitos tutores predispõe a distúrbios esqueléticos graves em animais de raças grandes e gigantes.

O excesso de energia nos cães grandes também tem sido associado a uma série de doenças esqueléticas, tais como osteocondrites, osteocondroses e displasias. Em estudo realizado por Kealy et al. (2002) com cães da raça Retriever do Labrador, divididos em dois grupos, controle (com alimentação restrita em 25%) e o grupo ad libitum (à vontade), constatou-se que a prevalência e a severidade da osteoartrite em diversas articulações foram menores nos cães com restrição alimentar. A supernutrição pode promover um aumento na velocidade de crescimento e a combinação entre crescimento esquelético rápido e desenvolvimento muscular proeminente leva à concentração de forças biomecânicas na superfície articular, em que elas são estruturalmente fracas. Assim, nos cães grandes de crescimento rápido, essa combinação aumenta não só o desenvolvimento da doença, mas também o agravamento da severidade de lesões presentes.

## Adultos

A maior preocupação em animais adultos é a manutenção do peso corporal, no entanto, é importante que o médico veterinário tenha claro em mente que, nos cães e nos gatos, a avaliação apenas baseada em peso é incorreta, pois dentro de uma mesma raça existem cães muito diferentes no que tange a forma física e o tamanho. Assim, para uma avaliação adequada, é necessário considerar o escore de condição corporal dos animais. As escalas para avaliação do escore de condição corporal dos animais variam de 1 a 9, sendo EEC 1 animais magros e EEC 9 obesos (Laflamme, 1997a; Laflamme, 1997b, para cães e gatos, respectivamente).



### Exemplificando

Para cálculo dos requerimentos energéticos de cães adultos, podem ser considerados os fatores: 95 (cães inativos, grande maioria dos nossos

animais) a 130 (cães ativos). Estes fatores são multiplicados ao peso metabólico (peso corporal elevado ao fator fixo 0,75). Vamos ao exemplo:

Qual é o requerimento energético e a quantidade de alimento a ser fornecido para um cão de 20kg de peso corporal (escore de condição corporal ideal) que vive em apartamento e recebe uma dieta com 3800 kcal/kg?

Necessidade energética:  $95 \times (200,75) = 898 \text{ kcal/dia}$ .

Quantidade a ser fornecida:  $898/3800 = 236,3 \text{ g/dia}$ .

O alimento deverá ser dividido em duas refeições diárias.

Para cálculo dos requerimentos energéticos de gatos adultos, deve-se considerar fatores como 100 para gatos em escore de condição corporal ideal. Esse fator é multiplicado ao peso metabólico (peso corporal elevado ao fator fixo 0,67). Vamos ao exemplo:

Qual é o requerimento energético e a quantidade de alimento a ser fornecido para um gato de 3 kg de peso corporal (escore de condição corporal ideal) que vive em apartamento e recebe uma dieta com 4200 kcal/kg?

Necessidade energética:  $100 \times (30,67) = 209 \text{ kcal/dia}$ .

Quantidade a ser fornecida:  $209/4200 = 49,8 \text{ g/dia}$ .

Gatos são animais beliscadores, com isso, após o cálculo da quantidade a ser fornecida aos animais, o alimento deverá ser disponibilizado durante todo o dia. Cuidado deve ser tomado com os alimentos úmidos que deterioram rapidamente, com isso, as refeições serão fracionadas, mas o tutor deverá estar atento para não deixá-la por muito tempo disponível.

No caso de gatos em sobrepeso, utiliza-se o fator 130, enquanto que o peso metabólico é conseguido com o fator 0,4 ao invés de 0,67.

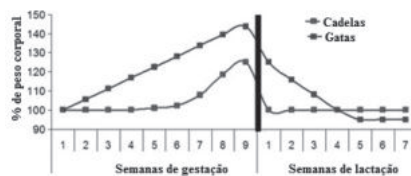
Caro aluno, você poderá localizar os cálculos de requerimentos energéticos para cães e gatos nas demais fases fisiológicas no material da *The European Pet Food Industry Federation*, disponibilizado no item *Pesquise mais*.

## Reprodução

A relação entre a nutrição e a reprodução é muito importante, já que as deficiências, os excessos e os desbalanços são capazes de alterar o desempenho reprodutivo dos animais. Certos macronutrientes e micronutrientes, quando formulados de forma balanceada, provêm benefícios para animais gestantes, o que afetará em longo prazo a saúde e o bem-estar dos filhotes.

O requerimento energético de cadelas aumenta em torno de 1,25 a 1,50 vezes em relação à energia de manutenção depois dos 40 dias de gestação, quando os filhotes começam a ganhar mais peso e necessitam de energia para construção tecidual. Já em gatas, o aumento das necessidades energéticas ocorre no início da gestação. Como as gatas tendem a perder peso durante toda a lactação independente da dieta, recomenda-se aumento de 40 a 50% do peso a partir da segunda semana de gestação, com o objetivo de preparo para lactação e desenvolvimento dos filhotes, conforme Figura 4.2.

Figura 4.2 | Peso corporal de cadelas e gatas durante a gestação e lactação



Fonte: Fontaine (2012).

Com relação às necessidades proteicas de gatas e cadelas em gestação, o *The European Pet Food Industry Federation* (2013) postula no mínimo 25% para cadelas e 30% para gatas em todas as fases da reprodução. Salienta-se que é importante atentar-se para o valor biológico das fontes proteicas utilizadas, já que deficiências durante a gestação podem reduzir o peso dos neonatos e aumentar a taxa de mortalidade. Da mesma forma, os lipídios são importantes em dietas para animais em gestação, tanto pelo seu papel na densidade energética da dieta, como no suprimento adequado de ácidos graxos essenciais, sendo reportado que as deficiências de ácidos graxos essenciais estão associadas a filhotes prematuros, número de filhotes reduzido nas ninhadas e desenvolvimento placentário comprometido (KIRK, 2001). Bauer et al. (2006) demonstraram que a utilização de óleos ricos em ácidos graxos da família ômega 3 pré-formados (EPA e DHA) realçam a concentração plasmática de DHA nas cadelas e melhoram o desempenho visual de filhotes.

Além dos macronutrientes, os micronutrientes apresentam influências importantes sobre a saúde de gestantes e do feto em crescimento, dentre eles os minerais. Em relação à fonte de mineral utilizada na dieta, em estudo realizado por Kuhlman & Rompala (1998), foi possível observar que cadelas gestantes alimentadas com minerais

quelatados (cobre, manganês e zinco) apresentaram aumento do tamanho médio da ninhada quando comparadas àquelas que receberam uma dieta suplementada com os mesmos minerais em forma inorgânica. Em relação ainda à suplementação mineral, deve-se ficar atento ao cálcio, já que muitos tutores acreditam que há necessidade de suplementação deste, como auxílio ao desenvolvimento fetal. No entanto, tal manejo é incorreto, pois a suplementação além dos teores recomendados pelos guias nutricionais pode predispor à ocorrência de eclampsia.

Além dos minerais, na nutrição de gestantes, as vitaminas também têm sido uma preocupação. Nesse sentido, destaca-se o ácido fólico, o qual tem mostrado efeitos positivos sobre a prevenção de fenda palatina. A suplementação de vitaminas antioxidantes trata-se de uma importante ferramenta nutricional, que vem sendo utilizada tanto na nutrição humana, quanto na animal.

### Senilidade

Os cães e os gatos apresentam diferenças marcantes nesta fase fisiológica, principalmente no que tange a taxa metabólica basal, requerimento energético e digestibilidade dos nutrientes da dieta. Dessa forma, o manejo nutricional adequado dos animais é evidentemente necessário.

A taxa metabólica basal em seres humanos e cães reduz consideravelmente com o envelhecimento, sendo necessária uma adequação na quantidade de alimento fornecida para a redução da possibilidade do desenvolvimento de obesidade. Em contrapartida, em gatos, o requerimento de energia para manutenção parece reduzir em torno de até os 11 anos de idade e elevar-se gradualmente a partir dos 12 anos. Os gatos passam por um progressivo declínio na massa magra corporal e redução na razão massa magra e tecido adiposo ao longo do tempo, mas após os 12 anos de idade existe uma tendência para relativa perda de gordura corporal.

A redução da atividade física em idosos está relacionada à redução no requerimento de energia para manutenção. Todavia, em gatos, o aumento do requerimento de energia para a manutenção e a progressiva redução na digestibilidade de nutrientes da dieta explicam a alta proporção de gatos senis abaixo do peso. A redução na digestibilidade da proteína bruta e da gordura com o envelhecimento são características em felinos, diferenciando-os de cães que mantêm a digestibilidade de nutrientes constantes na senilidade.

Quanto ao requerimento proteico, vale ressaltar que este é um dos assuntos mais discutidos na nutrição humana e de pequenos animais. As altas concentrações desse nutriente nos alimentos comerciais e a grande prevalência de doenças renais em animais idosos levam ao debate se o seu consumo em excesso poderia predispor a ocorrência de danos renais pela sobrecarga desse órgão. Algumas correntes de

pesquisadores dizem que deve haver uma diminuição na concentração de proteínas assim que o animal atinge a maturidade, enquanto há especialistas que defendem que essa não é a postura mais adequada, já que o catabolismo proteico ocorre mais acentuadamente e a proteína é de extrema importância para resposta ao estresse e às doenças comuns nessa fase.

Em relação aos carboidratos da dieta, deve-se atentar ao declínio na capacidade de cães e gatos de regular a concentração de glicose no sangue, necessitando de um maior período pós-prandial para o retorno aos seus níveis basais, como resultado de menor resposta da insulina aos tecidos. Com isso, a utilização de carboidratos com menor índice glicêmico e de fibras solúveis e insolúveis tem sido adotada na nutrição de cães e gatos.

Com relação aos minerais, é importante destacar a sobrecarga renal causada pelo fósforo, pela redução na capacidade em eliminar os fosfatos. Vale frisar, ainda, que há redução na produção de 1,25 diidroxicalciferol (vitamina D3 ativa), responsável pela absorção intestinal do cálcio, entretanto a relação cálcio e fósforo deve ser mantida. O teor de sódio também deve ser monitorado a fim de evitar agravamento de doenças renais e cardíacas.

Outra questão significativa são os antioxidantes nas dietas, já que tem sido observados diversos distúrbios cognitivos (desorientação, alteração na interação com a família, mudança nos ciclos de sono, micção e defecação em locais inapropriados, alterações no ritmo de atividades e vocalização inapropriada) que podem ser atenuados com o uso destas substâncias.



### Refleta

A nutrição não deve ser tratada de forma segmentada no curso de Medicina Veterinária, pois assim será possível lançar mão desta ferramenta de forma assertiva e, conseqüente, será capaz de prevenir diversas desordens, bem como auxiliar no tratamento médico de diferentes pacientes.

### Sem medo de errar

Vamos relembrar o caso hipotético da unidade?

Nilce é redatora de uma editora que atua em diversas áreas do conhecimento, dentre elas, edições que tratam de animais de companhia e produção. Nilce está à frente de um novo projeto na editora, com o objetivo de divulgar a revista e apresentar as parcerias de referência na área. Para tanto, ela deverá produzir algumas peças publicitárias, para veicular na internet, assim também servirão como material de divulgação da editora em uma feira do segmento que a empresa participará nos próximos meses. Nilce deverá entrevistar alguns pesquisadores ou estabelecimentos

de referência e realizar um levantamento para produção dos materiais (folders e chamadas no site da editora).

No primeiro desafio (Seção 4.1), Nilce entrevistou pesquisadores sobre softwares para formulação de dietas para animais. Na sequência (Seção 4.2), a redatora dialogou com profissionais da área de aves e verificou pontos relacionados à formulação de dietas. Já na Seção 4.3, ela concentrou sua pesquisa sobre aspectos importantes a serem considerados no manejo nutricional e alimentar de ovinos.

Agora, na última seção do livro didático, Nilce deverá elaborar uma prescrição de suplementação para cães ou para gatos que apresentem alterações dermatológicas baseada em ácidos graxos essenciais, vitaminas e/ou minerais. Para tanto, a editora deverá contatar profissionais da área, bem como empresas que fabriquem estes produtos para que possa analisar o ponto de vista de ambos.



### Atenção

Caro aluno, você deverá retomar o estudo de algumas seções para relembrar a importância dos ácidos graxos essenciais para os animais. Na sequência, pesquisar os principais produtos disponíveis no mercado, avaliar a concentração dos nutrientes e, por fim, realizar a prescrição baseada na concentração dos nutrientes e peso animais.

Questione os fabricantes e os profissionais sobre a eficiência de síntese de ácido araquidônico, EPA e DHA a partir dos precursores em cães e em gatos e quais são as fontes de maior interesse em ambas as espécies.

## Avançando na prática

### Obesidade em cães

#### Descrição da situação-problema

Miguel é um engenheiro civil, proprietário de um cão da raça Retriever do Labrador de 2 anos de idade. Miguel sempre foi muito preocupado com Bóris, seu cão, no entanto, como o engenheiro civil foi promovido na empresa que trabalha, passou a ter menos tempo para se dedicar ao cão e a praticar suas habituais corridas matinais com o cão. Com a correria diária em que Miguel se encontra, foi necessário contratar uma pessoa para os cuidados básicos com Bóris, dentre eles, o manejo alimentar. Miguel percebeu que Bóris ganhou peso corporal e deseja compreender o impacto da obesidade na vida de seu cão.



### Lembre-se

Os animais adultos em manutenção devem manter o peso corporal, com isso, é importante que os médicos veterinários monitorem o escore de condição corporal. Os tutores, por sua vez, devem seguir as orientações do clínico em relação à quantidade de alimento a ser fornecido ao animal.

### Resolução da situação-problema

A obesidade é considerada a doença do século XX e está relacionada à complicação de diversos quadros clínicos e dentre as disfunções associadas a ela, destacam-se: as ortopédicas, as endócrinas (hiperadrenocorticism, hipotireoidismo e diabetes mellitus), as desordens cardíacas e respiratórias, o colapso traqueal, as desordens urogenitais, as neoplasias, a distorcia, o aumento dos riscos em procedimentos que envolvam anestesia e a redução da expectativa de vida do animal. Dessa forma, o médico veterinário deve ter em mente que a obesidade tem impacto negativo na saúde e, conseqüentemente, interfere na longevidade dos animais.

O médico veterinário deverá iniciar o programa de perda de peso, porém é importante diferenciar as dietas a serem utilizadas. As dietas light disponíveis no mercado não são adequadas, pois estas no geral não possuem perfil nutricional propício para a restrição, mas apenas para manutenção do peso corporal dos animais após o programa de perda de peso ou, ainda, em animais com tendência à obesidade. As dietas a serem empregadas no programa de perda de peso devem ser as coadjuvantes para animais obesos.

O programa de perda de peso pode ser um procedimento lento e exaustivo para os tutores, por isso o médico veterinário deve acompanhá-lo com a devida atenção e motivar constantemente o tutor para que este não desista do programa e mesmo após atingir a meta do peso, o médico veterinário deverá prosseguir com o acompanhamento do animal, pois grande parte dos animais tendem a retornar à condição de obesidade.



### Faça você mesmo

Prezado aluno, sugerimos que você busque artigos e estude o papel da nutrição sobre as diversas afecções clínicas em cães e gatos. Elabore uma prescrição de suplementação para cães ou para gatos que apresentem alterações dermatológicas baseada em ácidos graxos essenciais, vitaminas e/ou minerais (Produto da Unidade).



**Faça valer a pena**

**1.** A necessidade mínima de proteína bruta para cães adultos, de acordo com a FEDIAF (*The European Pet Food Industry Federation*) é de:

- A. 10%
- B. 16%
- C. 18%
- D. 20%
- E. 22%

**2.** Em relação aos cães filhotes:

I – Para cães de raças grandes e gigantes, deve-se utilizar suplementos à base de cálcio, bem como elevar o fornecimento de energia, com o objetivo de obter o máximo crescimento.

II – O manejo alimentar ideal para cães filhotes é o fornecimento do alimento apenas uma vez ao dia.

III – Deve-se fornecer a quantidade de alimento controlado em base das necessidades energéticas e sempre baseando-se no crescimento controlado.

Assinale a alternativa correta:

- A. Apenas a afirmação I está correta.
- B. Apenas a afirmação II está correta.
- C. Apenas a afirmação III está correta.
- D. As afirmações I e II estão corretas.
- E. As afirmações II e III estão corretas.

**3.** Os cães são reconhecidos como:

- A. Animais carnívoros que devem receber alimentos baseados em ingredientes de origem animal.
- B. Animais carnívoros que podem receber alimentos baseados em ingredientes de origem animal e vegetal.
- C. Animais onívoros que devem receber alimentos baseados em ingredientes de origem animal.
- D. Animais onívoros que podem receber alimentos baseados em ingredientes de origem animal e vegetal.
- E. Animais herbívoros que podem receber alimentos baseados em ingredientes de origem vegetal e animal.

# Referências

ANDRADE, E. **Análise de alimentos**. São Paulo: Varela, 2006.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**: alimentação animal (nutrição animal aplicada). 3. ed. São Paulo, SP: Nobel, 1983. v.2.

\_\_\_\_\_. **Nutrição animal**: alimentação animal nutrição animal aplicada. 3. ed. São Paulo: Nobel, 2015.

\_\_\_\_\_. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal, os alimentos. 4. ed. São Paulo, SP: Nobel, 1986. v. 1.

BAUER, J. E.; et al. Retinal functions of young dogs are improved and maternal plasma phospholipids are altered with diets containing long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids during gestation, lactation, and after weaning. **Journal of Nutrition**, v. 136, p. 1991S-1994S, 2006.

CÃES E GATOS VET FOOD. **Conduta dietética na doença renal crônica**. Disponível em: <<http://www.caesegatos.com.br/conduta-dietetica-na-doenca-renal-cronica/>>. Acesso em: 7 set. 2016.

CAMPOS, O. F. et al. **Recria em bezerros leiteiros**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Juiz de Fora, MG., out. 2005. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/recrialite.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

CASE, L. et al. **Canine and feline nutrition**: a resource for companion animal professionals. 3. ed. Missouri: Elsevier, 2011. Disponível em: <<http://www.lana.ufba.br/bovinos/alimentoseformulacaoderacoes/Aula%20-%20C%E1lculo%20de%20Ra%E7%E3o%20M%E9todo%20Alg%E9brico.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

DUARTE, K. F.; JUNQUEIRA, O. M. Aminoácidos sintéticos e enzimas: ferramentas importantes na redução dos custos de produção de frangos de corte. **Revista Produção Animal – Avicultura**, v. 73, 2013.

ELWOOD, J. M.; COLQUHOUN, T. A. Observations on the prevention of the cleft palate in dogs by folic acid and potential relevance to humans. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 45, p. 254-256, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Alimentação de bovinos na estação seca**: princípios e procedimentos. Formulação da dieta. Disponível em: <<http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc20/formdiet.html>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

FONTAINE, E. Food intake and nutrition during pregnancy, lactation and weaning in the dam and offspring. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 47, p. 326-330, 2012.

FRAPE, D. **Nutrição e alimentação dos equinos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2008.

GOMES, R. C. et al. Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília: EMBRAPA, 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1011236/1/NutricaoAnimalCAPITULO09.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

GRECO, D. S. Nutritional supplements for pregnant and lactating bitches. **Theriogenology**, v. 70, p. 393-396, 2008.

GUNN-MOORE, D. Cognitive dysfunction in cats: clinical assessment and management. **Topics in Animal Companion Medicine**, v. 26, p. 17-24, 2011.

HARPER, E. J. Changing perspectives on aging and energy requirements: aging and energy intakes in humans, dogs and cats. **Journal of Nutrition**, v. 128, n. 12, p. 2623S-2626S, 1998. Suppl.

KEALY, R. D. et al. Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 220, p. 1315-1320, 2002.

KIRK, C. A. New conceptions in pediatric nutrition. The Veterinary Clinics of North America. **Small Animal Practice**, v. 31, p. 369-392, 2001.

KROLL, F. S. A. et al. A importância do sódio no manejo nutricional de cães e gatos cardiopatas. **Revista Científica de Medicina Veterinária - pequenos animais e animais de estimação**, v. 8, n. 27, p. 608-614, 2010. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/15345309-A-importancia-do-sodio-no-manejo-nutricional-de-caes-e-gatos-cardiopatas.html>>. Acesso em: 7 set. 2016.

KUHLMAN, G.; ROMPALA, R. E. The influence of dietary sources of zinc, copper and manganese on canine reproductive performance and hair mineral content. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 2603S-2605S, 1998.

LAFLAMME, D. P. Nutrition for aging cats and dogs and the importance of body condition. The Veterinary Clinics of North America. **Small Animal Practice**, v. 35, p. 713-742, 2005.

LAFLAMME, D. P.; MARTINEAU, B.; JONES, E. Effect of age on maintenance energy requirements and apparent digestibility of canine diets. **Compendium on Continuing Education on Practicing Veterinarian**, v. 22, p. 9-13A (Supplement), 2000.

LAFLAMME, D.P. Development and validation of a body condition score system for dogs. **Canine Practice** v. 22, p. 10-15, 1997a.

\_\_\_\_\_. Development and validation of a body condition score system for cats: a clinical tool. **Feline Practice** v. 25, p. 13-17, 1997b.

LANDSBERG, G.; DENENBERG, G.; ARAUJO, J. Cognitive dysfunction in cats: a syndrome we used to dismiss as "old age". **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 12, p. 837-848, 2010.

LEWIS, L. D. **Nutrição clínica equina**: alimentação e cuidados. São Paulo: Roca. 2004.

MARTINEZ, J. C. **Guia rápido para nutrição de vacas leiteiras**. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/guia-rapido-para-nutricao-de-vacas-leiteiras-60707n.aspx>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

MONTARDO, O. V. **Alimentos e alimentação do rebanho leiteiro**. Guaíba: Agropecuária. 1998.

MOSER, E. Feeding to optimize canine reproductive efficiency. **Problems in Veterinary Medicine**, v. 4, p. 545-550, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of cat. Washington: **The National Academic Press**, 1986.

NOGUEIRA, E. et al. **Nutrição de aminoácidos para leitões**: uma visão da indústria. São Paulo: Ajinomoto, 2012. Disponível em: <[http://www.lisina.com.br/upload/Informativo\\_Nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20aminoacidos%20para%20leitoes%202012.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_Nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20aminoacidos%20para%20leitoes%202012.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2016.

NUNES, J.N. **Nutrição básica**. Belo Horizonte: FEP-MVZ. 1998.

NUTRIÇÃO ANIMAL. **Métodos de formulação de ração**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/nutricaoanimaluesc/home/extra/terceiro-credito/01---metodos-de-formulacao-de-racao>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

OLIVEIRA, Ronaldo Lopes. **Cálculo de ração pelo método algébrico**. Disponível em: <<http://www.lana.ufba.br/bovinos/alimentoseformulacaoderacoes/Aula%20-%20C%E1lculo%20de%20Ra%E7%E3o%20M%E9todo%20Alg%E9brico.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

PEACHEY, S. E.; DAWSON, J. M.; HARPER, E. J. The effect of aging on nutrient digestibility by cats fed beef tallow-, sunflower oil- or olive oil-enriched diets. **Growth, Development and Aging**, v. 63, p. 61-70, 1999.

PEDREIRA, C. G. S.; TONATO, F.; BARIONI, L. G. **Quantificação da necessidade de volumosos em sistema de produção de ruminantes em pastagens**. Disponível em: <<http://m.milkpoint.com.br/radar-tecnico/pastagens/quantificacao-da-necessidade-de-volumosos-em-sistemas-de-producao-de-ruminantes-em-pastagens-90815n.aspx>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

PÉREZ-CAMARGO, G. Cat nutrition: what is new in the old? **Compendium on Continuing Education on Practicing Veterinarian**, v. 26, p. 5-10, 2004. Suppl.

Programa Prático para Formulação de Ração – Versão Excel 2010. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/home>>. Acesso em: 7 ago. 2016.

REIS, R.A. **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP - Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2005.

GERALDES, Daniel. Arginina para cães e gatos: um aminoácido funcional. **Revista Pet Food Brasil**, ano 4, 23. ed., nov. /dez. 2012. Disponível em: <[https://editorastilo.com.br/sites/default/files/pdf/revistas/pet%20food/ed%20\(23\)%20dezembro%202012.pdf](https://editorastilo.com.br/sites/default/files/pdf/revistas/pet%20food/ed%20(23)%20dezembro%202012.pdf)>. Acesso em: 7 set. 2016.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV – Departamento de Zootecnia, 2011. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br/arquivos/Geral%20Portugu%C3%AAs.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

SÁ, L.; NOGUEIRA, E. **Atualização das relações valina e isoleucina com a lisina na proteína ideal para frangos de corte e suínos**. São Paulo: Ajinomoto, 2010.

SÁ, L. et al. **Aminoácidos na nutrição de frangos de corte**. São Paulo: Ajinomoto, 2012. Disponível em: <[http://www.lisina.com.br/upload/Informativo\\_Aminoacidos%20para%20nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20Frangos%20de%20Corte%202012.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_Aminoacidos%20para%20nutri%C3%A7%C3%A3o%20de%20Frangos%20de%20Corte%202012.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2016.

SAAD, F. M. O. B. et al. Modern nutrition impact on the health and life longevity of dogs and cats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 242-252, 2011. (Suplemento Especial).

SAAD, F. M. O. B.; SAAD, C. E. P. **Apostila**: curso de pós-graduação "Latu Sensu" (especialização) a distância em nutrição e alimentação de cães e gato. Lavras: FAEPE - Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão. 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos para formular rações e avaliar alimentos**. In: Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos. Jaboticabal: FUNEP -- Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2007.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição**: introdução à bromatologia. Porto Alegre: Artmed. 2002.

SALMAN, A. K. D.; OSMARI, E. K.; SANTOS, M. G. R. **Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras**. Rondônia: EMBRAPA, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66779/1/doc145-vacastleiras-1.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

SIGNORETTI, R. D. **A importância da alimentação e do manejo de vacas leiteiras em produção**. COAN – Consultoria Avançada em Pecuária. Disponível em: <[http://www.coanconsultoria.com.br/images/artigos/imp\\_alimen\\_manejo\\_vacas.pdf](http://www.coanconsultoria.com.br/images/artigos/imp_alimen_manejo_vacas.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2016.

ZANI, Ariovaldo. Custo de produção prejudica cadeia produtiva. In: SINDIRAÇÕES. **Boletim informativo do setor de alimentação animal**. Maio 2006. Disponível em: <[http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2016/06/boletim\\_informativo\\_do\\_setor\\_maio\\_2016\\_vs\\_final\\_port.pdf](http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2016/06/boletim_informativo_do_setor_maio_2016_vs_final_port.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2016.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras: UFLA/FAEPE. 1998.

TESHIMA, E. et al. Nutrient digestibility, but not mineral absorption, is age-dependent in cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 94, p. e251-e258, 2010.

FEDIAF. **Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs**. The European Pet Food Industry Federation, Bruxelas, 2013. Disponível em: <[http://www.fediaf.org/fileadmin/user\\_upload/Reports/Nutritional\\_\\_\\_\\_Analytical\\_Science/Nutritional\\_guidelines.pdf](http://www.fediaf.org/fileadmin/user_upload/Reports/Nutritional____Analytical_Science/Nutritional_guidelines.pdf)>. Acesso em: 7 set. 2016.

TREVIZAN, L. et al. Maintenance of arachidonic acid and evidence of  $\Delta 5$  desaturation in cats fed  $\gamma$ -linolenic and linoleic acid enriched diets. **Lipids**, v. 47, p. 413-423, 2012.

UBABEF - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **A saga da avicultura brasileira**: como o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango. São Paulo: UBABEF, 2011.

VETERINARY. **Ômega 3 e 6 na nutrição de cães e gatos**. Disponível em: <[http://www.equilibriototalalimentos.com.br/arquivos\\_artigos/84.pdf](http://www.equilibriototalalimentos.com.br/arquivos_artigos/84.pdf)>. Acesso em: 7 set. 2016.

WORTINGER, A. **Nutrição para cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2009.

ZORAN, D. L. Obesity in dogs and cats: a metabolic and endocrine disorder. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 40, p. 221-239, 2011.





1928 978-1-56501-231-4



9 781565 812314 >