

Manual prático de formulação de ração para vacas leiteiras  
(2ª Edição)





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Rondônia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **DOCUMENTOS 167**

Manual prático de formulação de ração para vacas leiteiras

(2ª Edição)

*Ana Karina Dias Salman  
Elisa Köhler Osmari  
José Alípio Faleiro Neto  
Marcio Gregório Rojas dos Santos  
Soraia Vanessa Matarazzo*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Rondônia**  
Rodovia BR-364, Km 5,5,  
Caixa Postal: 127  
CEP: 76815-800 - Porto Velho – RO  
Fones: (69) 3219-5004 / (69) 3219-5000  
www.embrapa.br/rondonia www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Rondônia

Presidente  
*Henrique Nery Cipriani*

Secretária-executiva  
*Ana Karina Dias Salman*

Membros  
*André Rostand Ramalho*  
*César Augusto Domingues Teixeira*  
*Lúcia Helena de Oliveira Wadt*  
*Luiz Francisco Machado Pfeifer*  
*Maurício Reginaldo Alves dos Santos*  
*Pedro Gomes da Cruz*  
*Rodrigo Barros Rocha*  
*Victor Ferreira de Souza*  
*Wilma Inês de França Araújo*

Revisão de texto  
*Wilma Inês de França Araújo*

Normalização bibliográfica  
*Renata do Carmo França Seabra*  
(Embrapa Acre)

Editoração eletrônica:  
*Idealle Editora e Publicidade*

Foto da capa:  
*Emanuelle Araújo Granja*

**1ª edição**  
On-line (2020)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Rondônia

---

Manual prático de formulação de ração para vacas leiteiras (2ª edição)  
/ por Ana Karina Dias Salman ... [et al]. – Porto Velho, RO:  
Embrapa Rondônia, 2020.

35 p.: il. color. – (Documentos / Embrapa Rondônia, ISSN  
0103-9865; 167).

1. Nutrição animal – gado leiteiro. 2. Ração - nutrientes. 3.  
Salman, Ana Karina Dias. 4. Osmari, Elisa Elisa Köhler. 5. Faleiro Neto,  
José Alípio. 6. Santos, Marcio Gregório Rojas dos. 7. Matarazzo, Soraia  
Vanessa. I. Embrapa Rondônia. II. Série.

CDD (21. ed.) 636.0852

## **Autores**

### **Ana Karina Dias Salman**

Zootecnista, DSc., Embrapa Rondônia, BR 364, km 5,5, Caixa Postal 406, CEP: 76815-800, Porto Velho – RO, Fone: (69) 3219 5020  
e-mail: ana.salman@embrapa.br

### **Elisa Köhler Osmari**

Zootecnista, MSc., Embrapa Pecuária Sul, Rodovia BR-153, Km 632,9, Vila Industrial, Zona Rural, Caixa Postal 242, CEP: 96401-970, Bagé - RS. Fone: (53) 3240-4650/ ramal 4799 e-mail: elisa.osmari@embrapa.br

### **José Alípio Faleiro Neto**

Zootecnista, DSc., Universidade Federal de Rondônia – UNIR, BR 364, km 9,5, CEP: 76801-059, Porto Velho - RO  
e-mail: jafaleiro@gmail.com

### **Marcio Gregório Rojas dos Santos**

Doutorando em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Jd. Universitário, CEP 87020-900, Maringá – PR.  
e-mail: pg52944@uem.br

### **Soraia Vanessa Matarazzo**

Zootecnista, D.Sc. Professor Titular, Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, km 16, Bairro Salobrinho CEP 45662-900. Ilhéus - Bahia



## Apresentação

Apesar do leite produzido na Amazônia ter pouca representatividade no mercado brasileiro de lácteos, o caráter de exploração eminentemente familiar dessa atividade lhe confere grande importância socioeconômica. A pecuária leiteira permite a diversificação das atividades na propriedade e está relacionada com a geração de emprego e com a garantia de renda para os que atuam de forma direta ou indireta na cadeia produtiva do leite. Dessa forma, é imprescindível a disponibilização de informações sobre tecnologias que garantam o manejo adequado do rebanho e a lucratividade da atividade.

Nessa obra, os princípios básicos de nutrição animal e as características nutricionais dos principais alimentos utilizados em dietas para ruminantes, bem como, as exigências nutricionais e alguns métodos de cálculo de ração, com ênfase em bovinos leiteiros, são apresentados em linguagem acessível e com exemplos práticos. Nas tabelas de descrição dos alimentos, são apresentadas algumas alternativas de ingredientes disponíveis na região Amazônica que podem ser utilizados na alimentação de bovinos, como a torta de babaçu e a torta de cupuaçu. A ideia é oferecer opções simples e econômicas de alimentos para suplementação do rebanho sem onerar demais o custo total de produção do leite.

Dessa forma, as informações podem servir como um guia básico, prático para estudantes e técnicos interessados em formular ração visando suplementar rebanhos leiteiros que tenham a pastagem como principal fonte de alimento.

A primeira edição deste manual foi um dos documentos técnicos da Embrapa Rondônia mais acessado nos últimos cinco anos, com mais de 150.000 downloads, mostrando a elevada procura pelo assunto. Esperamos que essa segunda edição, revisada e ampliada, atenda igualmente essa demanda e as expectativas do público-alvo.

*Henrique Nery Cipriani*  
Chefe de Pesquisa da Embrapa Rondônia





## Sumário

Introdução.....	11
Glossário de conceitos básicos em nutrição animal.....	11
Principais nutrientes .....	13
Classificação dos alimentos .....	15
Principais processamentos para grãos .....	19
Dietas associadas a distúrbios metabólicos: alimentos e prevenção.....	19
Caracterização dos alimentos .....	21
Exigência nutricional de vacas leiteiras.....	24
Métodos práticos para formulação de ração .....	25
Considerações finais .....	34
Referências .....	35



## Introdução

Para tornar a pecuária leiteira rondoniense mais competitiva em relação aos demais estados brasileiros, a adoção de tecnologias é fundamental para a intensificação do processo de produção. Esse processo de intensificação visando à redução de área e/ou aumento da produção por área e maximização dos lucros depende, estritamente, do manejo adotado para a alimentação do rebanho, já que os custos com a alimentação representam em torno de 40% a 60% do custo total de produção. Logo, o planejamento adequado do manejo nutricional do rebanho evita gastos desnecessários e favorece a lucratividade da atividade. O planejamento alimentar, no entanto, depende de conhecimentos sobre o potencial nutricional dos alimentos disponíveis para a alimentação do rebanho, das exigências nutricionais da categoria animal e de conhecimentos básicos para formulação de ração.

A formulação de dietas é uma ferramenta de grande importância para técnicos e produtores de animais domésticos, independente da espécie, já que as exigências nutricionais dos animais devem ser atendidas para que os mesmos possam apresentar um bom desempenho produtivo, sendo este diretamente relacionado com a viabilidade técnica e econômica do sistema de produção animal.

## Glossário de conceitos básicos em nutrição animal

**Nutrição:** é a ciência que estuda os fenômenos bioquímicos e fisiológicos mediante os quais os alimentos ingeridos pelos animais são digeridos e os produtos da digestão são absorvidos e metabolizados para atender suas exigências de manutenção e produção. Compreende os mecanismos pelos quais os seres vivos recebem e utilizam os nutrientes necessários à vida e é o processo que fornece às células do organismo condições necessárias para que as reações metabólicas ocorram normalmente.

**Alimento:** substância que quando consumida por um indivíduo é capaz de contribuir para assegurar o ciclo regular de sua vida e a sobrevivência da espécie, pois fornece nutrientes para a manutenção e desenvolvimento dos tecidos que compõem o corpo dos animais.

**Alimentação:** ramo da nutrição que estuda os alimentos e os nutrientes que estes contêm. É o processo de fornecimento do alimento ao animal (sistema de alimentação), na forma mais adaptada às suas preferências e condições fisiológicas, onde na qual se deve garantir que os animais consumam, transformem, assimilem e utilizem os nutrientes contidos nos alimentos de acordo com suas necessidades. Abrange desde a escolha dos alimentos (volumosos, concentrados), o preparo dos mesmos (processamento, mistura) e o fornecimento aos animais.

**Nutrientes:** compostos químicos orgânicos e inorgânicos presentes nos alimentos e que são em parte aproveitados pelo organismo animal preenchendo alguma fração nutricional e que participam diretamente dos processos metabólicos dos animais. Isto é, são utilizados na síntese de algum composto do organismo animal como, por exemplo, pelo, pele, músculo, proteína do leite, gordura do leite, dentre outros.

**Nutriente essencial:** é o nutriente que não é sintetizado pelo organismo ou é, mas em quantidade insuficiente, necessitando de suplementação. Para vacas leiteiras podemos citar os aminoácidos lisina e metionina, principalmente para vacas de alta produção (acima de 30 kg de leite/dia). Também conhecidos como aminoácidos limitantes.

**Metabolismo:** conjunto de reações catabólicas e anabólicas que permitem o funcionamento normal das células do organismo e, conseqüentemente, a vida do animal.

Digestão: compreende os processos químicos e físicos que são responsáveis pela transformação do alimento em nutrientes, e os mecanismos de transporte (absorção) até as células do intestino.

Digestibilidade: é a fração do alimento aparentemente aproveitada pelo animal, ou seja, a diferença entre a quantidade ingerida (consumo) e aquela excretada nas fezes. A determinação da digestibilidade pode ser feita por meio de ensaios de digestibilidade in vivo ou por meio de técnicas aproximativas como a digestibilidade in vitro e/ou in situ. Pode ser calculada de acordo com a seguinte equação:

Digestibilidade aparente da Matéria Seca (DMS):

$$DMS (\%) = \frac{CMS (kg) - EMS (kg)}{CMS (kg)} \times 100$$

Em que:

CMS = Consumo de Matéria Seca total de alimentos (forragem e, ou concentrado)

EMS = Excreção de Matéria Seca total

Digestibilidade aparente do nutriente (proteína bruta-PB, por ex.):

$$DPB (\%) = \frac{CMS (kg) \times (\%PB \text{ na MS alimento}) - EMS (kg) \times (\%PB \text{ na MS fezes})}{CMS (kg) \times (\%PB \text{ na MS alimento})} \times 100$$

Em que:

CMS = Consumo de Matéria Seca total de alimentos (forragem e, ou concentrado)

EMS = Excreção de Matéria Seca total

Absorção: envolve os processos químicos e físicos relacionados com o transporte dos nutrientes por difusão passiva sem gasto energético, difusão facilitada sem gasto energético ou transporte ativo com gasto de energia pela membrana do intestino e seu transporte até a circulação sanguínea ou linfática.

Dieta: ingredientes ou misturas de ingredientes (capim, cana-de-açúcar, silagem, etc), incluindo a água, consumidos pelos animais num período de 24 horas. Enumeração de todos os alimentos consumidos pelo animal.

Ração: é a quantidade total de alimento que um animal recebe e consome em um período de 24 horas.

Ração Concentrada ou mistura concentrada ou concentrado: é uma mistura de alimentos na forma farelada ou peletizada, homogênea, com o teor de umidade inferior a 13%. Comercialmente esses produtos possuem concentrações da ordem de 18%, 20%, 22% a 24% de proteína bruta (PB) e aproximadamente 70%, 72% a 74% de nutrientes digestíveis totais (NDT). Para fins de registro de produto, de acordo com a Instrução Normativa 13 de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2004), a ração é definida como uma mistura composta por ingredientes e aditivos, destinada à alimentação de animais de produção, que constitua um produto de pronto fornecimento e capaz de atender às exigências nutricionais dos animais aos quais se destina.

Dieta completa ou dieta total: Mistura de volumosos (silagem, feno, capim verde picado) com concentrados (energéticos e proteicos), minerais e vitaminas. Possui a vantagem em que o animal venha consumir quantidades precisas (homogêneas) de cada um dos nutrientes exigidos em cada bocado e/ou refeição.

Dieta x ração: Em nutrição de monogástricos, dieta é sinônimo de ração, ou seja, tudo que um animal consome num período de 24 horas. No entanto, no caso de nutrição de ruminantes, a dieta inclui os alimentos volumosos (forragens), os quais devem ser misturados em uma proporção adequada para que a resposta do animal em termos de desempenho produtivo garanta êxito no sistema.

Dieta balanceada: Na prática, é a quantidade de alimentos calculada para atender as exigências nutricionais para manutenção e produção, isto é, de acordo com as categorias animais nas diferentes fases de vida. A dieta balanceada deve conter todos os nutrientes exigidos pelo animal para satisfazer uma determinada exigência fisiológica, visando suprir as necessidades nutricionais tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo. Normalmente, a dieta balanceada é preparada para um grupo de animais com necessidades semelhantes. Em um determinado sistema de produção, quanto mais grupos/lotos de animais são formados (por exemplo, vacas em início, meio ou final de lactação, período seco, etc) mais próximo de uma dieta por animal se aproxima, ou seja, que seria ideal, balancear uma dieta para cada animal, porém sabemos que essa prática se torna inviável por causa do elevado custo com mão de obra e instalação. Já por outro lado, a prática mais utilizada é a de monitorar a quantidade de concentrado a ser fornecida para um dado animal que por sua vez é muito utilizada para animais mantidos em pastagens regulando somente a oferta de concentrado.

## Principais nutrientes

Os nutrientes presentes nos alimentos podem ser divididos em macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídeos) e micronutrientes (vitaminas, aminoácidos e açúcares).

### a) Proteínas

Estão presentes em todas as células e são formadas por polímeros de aminoácidos interligados por ligações peptídicas que são compostas por carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio. Algumas proteínas contêm outros elementos como enxofre, ferro, zinco, cobre e fósforo. Podem ser citados como exemplos de aminoácidos: alanina, arginina, ácido aspártico, citrulina, cistina, cisteína, glicina, ácido glutâmico, hidróxi-prolina, ornitina, prolina, taurina, tirosina.

Os aminoácidos que não são sintetizados pelo organismo do animal são chamados de essenciais ou limitantes. Esses são necessários para seu funcionamento e, por essa razão, devem estar presentes. Alguns exemplos de aminoácidos essenciais são: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina.

### b) Carboidratos

Representam em torno de 75% (50% a 80%) do peso seco das plantas e uma pequena concentração no corpo do animal, que são derivados de aldeídos ou cetonas e incluem os açúcares, amido, celulose e hemicelulose, pectina. São classificados em monossacarídeos, dissacarídeos e polisacarídeos, sendo exemplos de monossacarídeos as trioses (gliceraldeído e diidroxiacetona), a

tetrose (eritrose), as pentoses (ribose, arabinose, xilose e xilulose), e as hexoses (glicose, frutose, galactose e manose).

Exemplo de carboidratos: amido, pectina, celulose, hemicelulose, lignina, açúcares simples (monossacarídeos e dissacarídeos), sacarose, lactose, celobiose, glicose, frutose, manose, galactose, etc.

#### c) Lipídios

É um conjunto de substâncias químicas com alta solubilidade em solventes orgânicos e baixa solubilidade em água. Os ácidos graxos fazem parte do grupo mais abundante de lipídeos nos seres vivos. Os ácidos graxos também podem ser classificados como saturados ou insaturados, dependendo da ausência ou presença de ligações duplas carbono-carbono. Os ácidos graxos que constituem os lipídeos são classificados em saturados, butírico (C4), caproico (C6), caprílico (C8), cáprico (C10), láurico (C12), mirístico (C14), palmítico (C16) e esteárico (C18) e insaturados como palmitoleico (C16:1 insaturação no carbono 9), oleico (C18:1; 9) com uma dupla ligação no carbono 9, linoleico (C18:2; 9,12) com duas duplas ligações, uma no carbono nove e uma no carbono 12, linolênico (C18:3; 9,12,15) com três duplas ligações, uma no carbono nove e uma no carbono 12 e uma no carbono 15 e, araquidônico (C20:4; 5,8,11,14) com quatro duplas ligações, uma no carbono cinco e uma no carbono 8, uma no carbono 11 e uma no carbono 14.

#### d) Vitaminas:

São essenciais a diversas reações metabólicas do organismo. As vitaminas são encontradas em pequenas quantidades nos alimentos naturais, e o consumo insuficiente ou exagerado de certas vitaminas pode ocasionar distúrbios nutricionais. As vitaminas são classificadas em dois grupos:

- Lipossolúveis: A, D, E, K, devem ser suplementadas, vitamina D principalmente em animais que não têm acesso ao sol (confinados em sistemas cobertos).
- Hidrossolúveis: tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico, piridoxina, ácido fólico, cianocobalamina (B12), colina, biotina, inositol, ácido ascórbico, ubiquinona, ácido orótico, etc.

#### e) Minerais:

São elementos que desempenham diversas funções essenciais no organismo, tanto como íons dissolvidos em líquidos orgânicos como constituintes de compostos essenciais. São classificados em dois grandes grupos:

- Macrominerais: Ca, P, Mg, Na, Cl, S, K
- Microminerais: Co, Cu, Fe, I, Mn, Zn, Mo, Se, F (expressos em ppm ou mg, ppb)

Os macrominerais são aqueles requeridos em maiores quantidades pelos animais. Os microminerais são utilizados pelo organismo animal em menores quantidades e estão relacionados ao crescimento dos tecidos, funções reprodutivas, sinergia no aproveitamento de outros nutrientes, etc.

Regra básica: Relação Ca:P na dieta de bovinos deve ser de pelo menos 2:1, porém não se aplica para todas as fases de produção. Para vacas em transição pré-parto essa relação deve ser menor visando evitar problemas metabólicos (hipocalcemia, ou febre do leite), afinal são os principais constituintes dos ossos. As forragens podem ser boas fontes de cálcio, especialmente as leguminosas. Os grãos de cereais costumam ter maior concentração de P e K.

## Classificação dos alimentos

Para o registro de produtos para alimentação animal no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2004), são adotadas as seguintes classificações:

- I - ingrediente ou matéria-prima: é o componente ou constituinte de qualquer combinação ou mistura utilizado na alimentação animal, que tenha ou não valor nutricional, podendo ser de origem vegetal, animal, mineral, além de outras substâncias orgânicas e inorgânicas;
- II - aditivo: a definição de aditivo para produtos destinados à alimentação animal como substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente 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 coccidiostático.

Podemos citar como exemplos de aditivos:

- Promotores de crescimento, como antibióticos, hormônios, probióticos que são suplementos alimentares a base de micróbios vivos que beneficia o animal hospedeiro por meio da melhoria do seu balanço microbiano intestinal.
- Preservadores da qualidade: antioxidantes (selênio, vitamina E), antifúngicos, sequestrantes.
- Melhoradores da qualidade do alimento: melaço, aglutinantes, flavorizantes, aromatizantes, acidificantes, inoculantes.

Os aditivos, de acordo com suas funções e propriedades, e os procedimentos estabelecidos no MAPA deverão incluir-se em uma ou mais das seguintes categorias:

**1) Aditivos tecnológicos:** qualquer substância adicionada ao produto destinado à alimentação animal com fins tecnológicos; incluem os seguintes grupos funcionais:

- a) Adsorvente: substância capaz de fixar moléculas;
- b) Aglomerante: substância que possibilita às partículas individuais de um alimento aderirem-se umas às outras;
- c) Antiaglomerante: substância que reduz a tendência das partículas individuais de um alimento a aderirem-se umas às outras;
- d) Antioxidante: substâncias que prolongam o período de conservação dos alimentos e das matérias-primas para alimentos, protegendo-os contra a deterioração causada pela oxidação;
- e) Antiiumectante: substância capaz de reduzir as características higroscópicas dos alimentos;
- f) Conservante: substância, incluindo os auxiliares de fermentação de silagem ou, nesse caso, os microrganismos que prolongam o período de conservação dos alimentos e as matérias-primas para alimentos, protegendo-os contra a deterioração causada por microrganismos;
- g) Emulsificante: substância que possibilita a formação ou a manutenção de uma mistura homogênea de duas ou mais fases não miscíveis nos alimentos;
- h) Estabilizante: substância que possibilita a manutenção do estado físico dos alimentos;

- i) Espessantes: substância que aumenta a viscosidade dos alimentos;
- j) Gelificantes: substância que dá textura a um alimento mediante a formação de um gel;
- k) Regulador da acidez: substância que regula a acidez ou alcalinidade dos alimentos;
- l) Umectante: substância capaz de evitar a perda da umidade dos alimentos.

**2) Aditivos sensoriais:** qualquer substância adicionada ao produto para melhorar ou modificar as propriedades organolépticas destes ou as características visuais; incluem os seguintes grupos funcionais:

- a) Corante e pigmentantes: substância que confere ou intensifica a cor dos alimentos;
- b) Aromatizante: substância que confere ou intensifica o aroma dos alimentos;
- c) Palatilizante: produto natural obtido mediante processos físicos, químicos, enzimáticos ou microbiológicos apropriados a partir de materiais de origem vegetal ou animal, ou de substâncias definidas quimicamente, cuja adição aos alimentos aumenta sua aceitabilidade.

**3) Aditivos nutricionais:** toda substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto, incluem os seguintes grupos funcionais:

- a) Vitaminas, provitaminas e substâncias quimicamente definidas de efeitos similares;
- b) Oligoelementos ou compostos de oligoelementos;
- c) Aminoácidos, seus sais e análogos;
- d) Ureia e seus derivados;
- e) Ionóforos.

**4) Aditivos zootécnicos:** toda substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais, incluem os seguintes grupos funcionais:

- a) Digestivo: substância que facilita a digestão dos alimentos ingeridos, atuando sobre determinadas matérias-primas destinadas à fabricação de produtos para a alimentação animal;
- b) Equilibradores da flora: microrganismos que formam colônias ou outras substâncias definidas quimicamente que têm um efeito positivo sobre a flora do trato digestório;
- c) Melhoradores de desempenho: substâncias definidas quimicamente que melhoram os parâmetros de produtividade.

**5) Anticoccidiano:** substância destinada a eliminar ou inibir protozoários.

III - Suplemento: é a mistura composta por ingredientes ou aditivos, podendo conter veículo ou excipiente, que deve ser fornecida diretamente aos animais para melhorar o balanço nutricional; quando se tratar de suplementos minerais destinados à alimentação de ruminantes, estes também poderão ser indicados para diluição.

Exemplos: Minerais, Vitaminas, Aminoácidos.

IV - Premix: é a pré-mistura de aditivos, microminerais, vitaminas e veículo ou excipiente, que facilita a dispersão em grandes misturas, que não pode ser fornecida diretamente aos animais;



V - Núcleo: é a pré-mistura composta por aditivos e macrominerais contendo ou não veículo ou excipiente, que facilita a dispersão em grandes misturas, que não pode ser fornecido diretamente aos animais;

VI - Concentrado: é a mistura composta por macro e microminerais, ingredientes ou aditivos que, quando associada a outros ingredientes, em proporções adequadas e devidamente especificadas pelo seu fabricante, constitui uma ração;

Em termos nutricionais, os alimentos concentrados podem ser definidos como um alimento com nível de fibra inferior a 18% na matéria seca. São ricos em energia (acima de 60% de nutrientes digestíveis totais – NDT). Os concentrados podem ser classificados como energéticos e/ou proteicos:

Proteico: com 20% ou mais de proteína bruta (PB) na matéria seca

Exemplos: farelo de soja, torta de algodão, caroço de algodão, torta desengordurada de castanha-do-brasil.

Energético: com menos de 20% de proteína bruta (PB) na matéria seca

Exemplos: farelo de arroz, melação, sorgo, milho, aveia, cevada, centeio, trigo.

VII - Volumosos: alimentos com nível de fibra bruta igual ou superior a 18% e de baixo valor energético. São alimentos fibrosos utilizados basicamente na alimentação de ruminantes, pois são fundamentais para o perfeito funcionamento do aparelho digestório, e normalmente fornecem nutrientes de forma mais econômica que os concentrados.

Podem ser classificados:

Volumosos secos: feno, palhadas, cascas de grãos, etc.

Volumosos aquosos: silagens, cana de açúcar, pastagens verdes e capineiras.

## Principais processamentos para grãos

Existem diversos métodos de processamentos utilizados para aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes contidos nos grãos pelos microrganismos do rúmen e pelo trato digestório do animal.

O processamento do grão tem particular importância para o sorgo, devido ao menor tamanho deste grão, o que dificulta a sua quebra durante a mastigação e prejudica a sua degradação no rúmen (Gonçalves et al., 2009). Isto também é observado em menor extensão no grão de milho, com a presença de grãos inteiros nas fezes de bovinos. Por outro lado, em uma dieta com baixo teor de volumosos, como a denominação de “alto grão”, a maior dimensão da partícula pode prevenir a acidose por regular a taxa de passagem no rúmen, em virtude do efeito de fibra efetiva, isto é, a presença de partículas maiores reguladoras. Por isso, o grão de sorgo será utilizado como exemplo nas principais classificações de processamento de grãos deste documento.

Os principais métodos utilizados no processamento de grãos são:

### 1) Moagem

A moagem modifica a estrutura física dos grãos, rompendo o endosperma e aumentando a superfície de exposição do amido, melhorando a digestibilidade ruminal. A moagem promove ainda um

aumento da taxa de passagem do concentrado, principalmente pelo aumento da densidade das partículas. Em condições tropicais, este é o processamento com menor custo.

## **2) Laminação a seco**

Também conhecida como quebra ou esmagamento, este processo consiste em passar o grão por um rolo compressor, o que promove sua quebra em pedaços menores. O efeito sobre o grão assemelha-se bastante ao da moagem, porém mais brando.

## **3) Laminação a vapor**

O grão inteiro fica determinado tempo em um condicionador que é abastecido por uma linha de vapor. Com o aumento da temperatura e da umidade, inicia-se o processo de gelatinização do amido. Os grãos passam, então, por rolos compressores reguláveis. As modificações físicas e químicas que ocorrem favorecem a digestão intestinal do amido.

## **4) Floculação**

Este processo é idêntico à laminação a vapor, diferindo no fato de os grãos ficarem 30-40 minutos a uma temperatura de 90 °C-105 °C, já na laminação por 15-20 minutos é usada temperatura de 90 °C-95 °C. Após passarem pelo tratamento a vapor e pelos rolos compressores, os grãos passam ainda por um segundo par de rolos, visando deixá-los com uma espessura entre 0,9 mm e 1,1 mm.

## **5) Extrusão**

Assemelha-se à laminação a vapor, com duas diferenças básicas: os grãos são moídos antes do tratamento a vapor e passam por uma rosca sem fim, de onde são extrusados por meio de orifícios em forma de cones menores, aonde o alimento vai se expandindo na direção em que ele é expelido. A expansão sofrida pelos grãos causa ruptura dos grânulos de amido. O tratamento térmico de extrusão é muito utilizado no farelo de soja, que também possui grande importância para eliminar fatores anti-nutricionais, como a sojina, no grão cru inteiro de soja, além de aumentar o teor proteico final.

A qualidade dos processos de laminação, floculação e extrusão é avaliada por:

- Características visuais
- Conteúdo de umidade (18,0% a 20,0%)
- Densidade específica média das partículas
- Demais índices laboratoriais

O aumento da extensão dos tratamentos reduz a densidade específica das partículas, como nesse exemplo:

- Grão de sorgo laminado a seco: entre 450-644g/L;
- Grão de sorgo laminado úmido: entre 438-540g/L;
- Grão de sorgo floculado: entre 360-438g/L.

A densidade de partículas é importante, pois influencia na taxa de passagem, no tempo de retenção de partículas no rúmen e, portanto, na digestibilidade do alimento.

## 6) Micronização

Refere-se ao tratamento do grão por calor seco, através de micro-ondas. O grão é aquecido a 148 °C, reduzido a 7,0% de umidade (U) e laminado.

## 7) Grão úmido

A ensilagem dos grãos úmidos é uma alternativa em função da redução de custos de armazenamento. Permite antecipar a colheita em até quatro semanas, maximiza o uso da terra e minimiza perdas provocadas pelo ataque de pássaros. Envolve a colheita e o armazenamento de grãos de sorgo ou milho em condições anaeróbicas, geralmente com umidade em torno de 30%. Os grãos são moídos para o fornecimento aos animais que pode ser antes ou depois da armazenagem. O grão úmido não deve compor mais de 80% do total de grãos em dietas acima de 75% de concentrados. Além do fator econômico, uma melhoria no valor nutricional pode ser verificada para os grãos úmidos ensilados.

A umidade favorece a fermentação e a elevação da temperatura no interior do silo, causa gelatinização parcial do amido, o que aumenta a digestibilidade ruminal e intestinal. Além disso, a proteína se solubiliza ao redor dos grânulos de amido, o que facilita o ataque das enzimas microbianas ruminais.

Assim, a decisão sobre qual processamento da fonte energética usar, deve ser tomada em função de questões operacionais e econômicas, conforme a infraestrutura (maquinário, local para armazenagem), disponibilidade (frete, regularidade) e mão de obra disponíveis em cada propriedade.

Apesar da melhoria do valor energético dos grãos com processamentos mais intensivos, os produtores devem considerar não só o valor nutricional do grão e desempenho produtivo dos animais, mas também os custos associados ao processamento e infraestrutura.

## 8) Milho reidratado

É uma forma de armazenamento do milho na fazenda e pode aumentar a digestibilidade do amido. Consiste basicamente na reidratação do milho grão moído propiciando sua fermentação e armazenamento na forma de silagem. O teor de umidade deve estar entre 30%-35% e a recomendação prática para atingir esse ponto é de acrescentar de 250 a 300 litros de água por tonelada de milho com teor de umidade ao redor de 12%.

# Dietas associadas a distúrbios metabólicos: alimentos e prevenção

## 1) Acidose e fubá de milho

Nas dietas utilizadas para bovinos leiteiros, o fubá de milho pode ser o concentrado-base energética, com limite de inclusão por volta de até 3,0 kg/dia/unidade animal (UA) conforme recomendado por Gonçalves et. al. (2009).

Maiores quantidades podem ser usadas com o uso de aditivos para manipulação da fermentação ruminal, mas estes podem reduzir a eficiência energética ou de utilização do amido, com redução acentuada do pH ruminal resultante da fermentação dos carboidratos solúveis, produção excessiva de ácidos graxos voláteis, redução do tempo de mastigação (com redução na salivação) e ruminação. A fibra efetiva diz respeito ao tamanho da fibra que atua na manutenção do pH ruminal e regulação da taxa de passagem.

Consequências: a acidose pode ser acompanhada de queda do teor de gordura do leite, paraquetose, laminite e abscessos hepáticos dentre outros distúrbios metabólicos, podendo levar o animal à morte.

Dicas preventivas: alguns cuidados podem permitir maiores inclusões e evitar os problemas metabólicos citados anteriormente.

- Fornecimento de dieta completa (concentrado misturado ao volumoso).
- Monitorar tamanho da partícula das forragens fornecidas (fibra efetiva). A redução no consumo pode ser eliminada com níveis de FDN e tamanho das partículas maiores.
- Formulação de dietas para vacas leiteiras: 19%-23% de FDNfe na MS, ideal-21%.
- Período de adaptação às dietas ricas em carboidratos não estruturais (CNE) deve ser gradual e ser superior a 14 dias.
- Aumento no número de refeições/dia;
- Utilização de agentes tamponantes/alcalinizantes. Ex.: fornecer 1% da ingestão de MS total de mistura 3:1 de bicarbonato de sódio: óxido de magnésio, aditivos alimentares que visem manipular a fermentação ruminal

## **2) Limitação do consumo por excesso de fibra de casca de soja:**

A suplementação estratégica de volumosos de baixa qualidade como subprodutos do beneficiamento de grãos (milho, soja, arroz) tem se revelado como uma metodologia viável para aumentar a eficiência de utilização destes volumosos. Porém, podem limitar o consumo alimentar e desempenho produtivo de bovinos.

Consequências: A limitação física pelo excesso de fibra pode limitar o consumo pelo volume excessivo com relativamente baixo valor nutritivo e conseqüentemente, limitar a produção de leite e crescimento de outras categorias.

Dicas preventivas: para não prejudicar a produção de leite, na formulação da dieta.

- A casquinha de soja (CS) pode substituir até 30% da MS de grãos de cereais da dieta, quando realizada uma adequada suplementação volumosa.
- A CS pode substituir forragens em até 22% da MS total da dieta. Níveis maiores podem ser utilizados, desde que de fibra efetiva na faixa correta.

## **3) Alcalose e uso correto da ureia, ou nitrogênio não proteico (NNP):**

O uso de ureia, na forma de nitrogênio não proteico, permite um melhor aproveitamento de palhas e resíduos de cultura ou fenos de baixa qualidade pelos ruminantes, com baixo custo. A ureia pode ajudar a suprir a deficiência proteica necessária para a fermentação adequada das bactérias ruminantes que produzem proteína microbiana desde que existam fontes de energia e enxofre. A utilização de ureia como fonte de amônia para o tratamento de volumosos parece ser a alternativa mais adequada para o Brasil, e seu uso na pecuária nacional é amplamente difundido, pois não requer

grandes investimentos. Porém, com o uso incorreto da ureia, devido à neurotoxicidade cerebral da amônia pode acarretar sinais de intoxicação, por causa da hiperamonemia.

Consequências: o consumo de ureia sem critérios, para animais não adaptados, doentes ou famintos, pode levar a alcalose. Alguns sintomas são hipoxia, tremores, convulsões e em casos mais graves, fatal em poucas horas após a ingestão.

Dicas preventivas: certos cuidados permitem o uso do NNP com sucesso na dieta.

- Para o uso de amônia anidra ou hidróxido de amônio, recomenda-se a dosagem de 2,0% a 3,0% da MS dos volumosos, para maior eficiência do tratamento químico.

- Já para o uso de ureia, a dosagem pode atingir valores como 5,0%-8,0% da MS dos volumosos. Nesse caso, deve-se adicionar sulfato de amônio seguindo a relação ureia/sulfato de 9:1. Importante que os animais estejam devidamente adaptados, possuam uma boa fonte energética, não estejam passando por restrição alimentar e nem doentes.

- Para efetuar uma mistura adequada da ureia com cana-de-açúcar, dicas práticas podem ser encontradas no folder da Embrapa, disponível no link: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1034441/1/canaureiaalternativaparaoperiodosecoemRondonia.pdf>

- Evitar fornecer volumoso com ureia sem adaptação, pois a mesma dose utilizada para um animal adaptado pode levar um bovino sem adaptação a óbito em poucas horas.

- Evitar fornecer para animais muito jovens, lembrando que a ureia só pode ser aproveitada pelo animal que já ruma.

- Ao fornecer cana+ureia, é necessário regular as facas da picadora para tamanho de partícula entre 0,8-1 cm. Isso evita a alcalose e a diminuição da ingestão de concentrados da dieta total por restrição física.

- Mistura de ureia a concentrados: quando administrada via concentrado, a quantidade de ureia a ser fornecida pode ser facilmente controlada. Esse método de substituição é seguro e prático, criando condições adequadas para utilização do NNP. Na substituição de um farelo proteico, considera-se que a ureia não possua energia, devendo ser incluída na mistura pela adição de um concentrado energético.

## Caracterização dos alimentos

O primeiro passo do processo de balanceamento de dietas para animais é conhecer os alimentos disponíveis. No caso de alimentos conservados, é recomendado realizar análise químico-bromatológica pelo menos a cada dez dias e realizar ajustes de oferta da mesma com base no resultado.

As Tabelas 1 e 2 foram construídas com base em informações de literatura sobre as características de alguns alimentos volumosos e concentrados, respectivamente, utilizados na alimentação de rebanhos leiteiros. No entanto, a Tabela Nacional de Composição de Alimentos para Bovinos está disponível gratuitamente no site <https://cqbal.com.br/#/>.

**Tabela 1.** Teores de matéria seca (MS, %), nutrientes digestíveis totais (NDT, % MS), proteína bruta (PB, % MS), fibra em detergente neutro (FDN, % MS), energia metabolizável (EM, Kcal), proteína degradada no rúmen (PDR, %), cálcio (Ca, %) e fósforo (P, %) em algumas fontes de alimentos volumosos.

		MS	NDT	PB	FDN	PDR	Ca	P
<b>Gramíneas</b>								
<i>Brachiaria</i>	<i>brizantha</i>	36,71	49,29	7,36	79,16	47	0,23	0,11
	<i>decumbens</i>	31	58,19	6,72	74,64	45	0,2	0,1
	<i>humidicola</i>	27,5	-----	6,66	75,09	-----	-----	-----
<i>Cynodon</i>	<i>estrela</i>	-----	-----	11,34	69,57			
	<i>coast-cross</i>	23	70,41	17,89	64,73	44	0,23	0,12
	<i>Tifton 85</i>	43,14	69,1	8,12	77,46	45	0,19	0,1
<i>Panicum</i>	<i>colonião</i>	30,19	54	8,8	70,02	35	0,45	0,15
	<i>tanzânia</i>	27,35	53,02	8,35	75,33	45	0,22	0,13
	<i>mombaça</i>	-----	-----	9,87	75,58	45	0,23	0,16
<i>Pennisetum</i>	capim-elefante	26,67	52	6,6	74,4	66	0,45	0,15
	milheto	21	61	8,5	74,78			
Cana-de-açúcar	planta inteira	28,09	63,62	2,56	55,87	34	0,23	0,1
	ponta	28,54	-----	5,1	74,64	-----	-----	-----
<b>Leguminosas</b>								
Estilosantes		91,6	53,7	9,8	63,7	-----	-----	-----
Guandu		90,21	-----	17,79	64,18	-----	-----	-----
Leucena		91	52,12	20,55	54,24	-----	-----	-----
Centrosema		91,08	-----	20,23	-----	-----	-----	-----
Sirato		24,03	70,07	16,5	-----	-----	-----	-----
<b>Forragens Conservadas</b>								
Mandioca	Feno da parte aérea	88,9	-----	14	74,3	-----	-----	-----
	Silagem do terço superior	25,2	56	19,4	50,7	-----	0,88	0,22
Milho	Silagem planta inteira	30,9	61,9	7,2	55,5	60	0,52	0,16
Sorgo	Silagem planta inteira	30,65	60	7,01	68	52	0,35	0,21

Fonte: Campos (1995); Lana (2000); Cappelle et al. (2001); Gonçalves (2002); Valadares Filho et al. (2002); Lana (2005).

**Tabela 2.** Teores de matéria seca (MS, %), nutrientes digestíveis totais (NDT, % MS), proteína bruta (PB, % MS) e fibra em detergente neutro (FDN, % MS), cálcio (Ca, %) e fósforo (P, %) em alimentos concentrados energéticos e proteicos.

Alimento	Tipo	MS	NDT	PB	FDN	Ca	P
<b>Concentrados Energéticos</b>							
Arroz	Farelo	91	70	15	18	0,12	1,78
Arroz	Farelo desengordurado	91	66	18	20	0,12	1,21
Babaçu	Torta	90,75	61,7	19,27	71,41	0,15	0,69
Cupuaçu	Torta desengordurada*	93,52	-----	12,59	46,48	-----	-----
Cupuaçu	Amêndoa seca triturada	92,33	83,5	8,3	51,4	-----	-----
Laranja	Polpa seca	87,51	78,00*	7,06	25,15	-----	-----
Laranja	Bagaço (silagem)	13,97	78,00*	8,48	24,58	-----	-----
Mandioca	Farinha de varredura	91,51	70,64	2,38	12,2	-----	-----
Mandioca	Silagem de raiz	70,29	-----	2,85	-----	-----	-----
Mandioca	Raiz dessecada	43,85	-----	2,4	-----	-----	-----
Mandioca	Raspa	86,96	67	3,27	0	0,16	0,1
Melaço		94	70	10	0	1,1	0,15
Milho	Grão inteiro	88,88	85	9	9	0,02	0,31
Milho	Grão moído	91,6	86,4	9,82	20,73	0,03	0,31
Milho	MDPS	87	68	6	28	0,07	0,25
Milho	Gérmem	88,98	86,1	9,13	32,9		
Milho	Silagem de grão úmido	68	88	9,2	10,8	0,03	0,3
Milho	Floculado	87,65	88	8,5	10,7	0,04	0,3
Pupunha	Farinha	94,35	-----	5,84	59,81		
Polpa Citrica	Peletizada	88,6	78	7,3	23,9	1,92	0,12
Soja	Casca de	91	68,77	11,65	68,4	-----	-----
Sorgo	Grão	89	80	11,3	17,4	0,07	0,35
Sorgo	Silagem de grão úmido	78	85	11,3	23	0,07	0,35
<b>Concentrados Proteicos</b>							
Algodão	Caroço	90,78	82,86	20,4	50,3	0,17	0,6
Algodão	Farelo (torta)	92	76	42,3	43,68	0,2	1,15
Castanha	Torta desengordurada*	95,32	-----	32,6	48,51	-----	-----
Cervejaria	Resíduo úmido	16,13	76,82	29,2	47,74	-----	-----
Cervejaria	Resíduo seco ao ar*	31,73	-----	22,72	71,69	-----	-----
Cervejaria	Silagem resíduo úmido*	24,15	-----	22,7	64,96	-----	-----
Girassol	Farelo	90,51	74,00*	36,99	-----	-----	-----
Girassol	Semente	92,39	66	35	28,56	0,38	0,99
Levedura	Seca	92,52	-----	31,29	-----	-----	-----
Levedura	Álcool	90	83,41	33,88	-----	-----	-----
Milho	Farelo de glúten	87,46	73,45	23,18	39,53	-----	-----
Soja	Extrusada	93,6	92	43	13,1	0,36	0,66
Soja	Farelo	90	84	47,64	14,81	0,4	0,71
Soja	Grão	90,76	91,00*	41,8	13,96	0,32	0,6
Ureia		99	-----	281,00**	-----		
Amireia		90,98	-----	53,08**	27,47		

Fonte: National Research Concil (1989); Campos (1995); Lana (2000); Cappelle et al. (2001); National Research Concil (2001); Gonçalves (2002); Valadares Filho et. al. (2002); Lana (2005); Valadares Filho et. al. (2006); Giordani Júnior (2017). \*dado dos autores \*\*equivalente proteico

## Exigência nutricional de vacas leiteiras

Pode-se conceituar “exigência nutricional” como sendo a quantidade de cada nutriente necessária para manutenção, crescimento, reprodução e produção de uma determinada espécie e/ou categoria animal. Logo, as exigências diárias em nutrientes e energia são estimadas com base no nível de produção, peso corporal e estágio fisiológico.

A Tabela 3 apresenta informações sobre as exigências em energia e proteína em vacas segundo a categoria e nível de produção propostas pelo conselho americano de pesquisas (National Research Council, 1989).

**Tabela 3.** Exigências em energia metabolizável (EM), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P) para manutenção e produção de leite de vacas com diferentes pesos vivos.

PESO VIVO (kg)	ENERGIA		PB (kg)	MINERAIS	
	EM (Mcal)	NDT (Kg)		Ca (kg)	P (kg)
<b>Manutenção de vacas em lactação</b>					
400	12,01	3,13	0,318	0,0160	0,0110
450	13,12	3,42	0,341	0,0180	0,0130
500	14,20	3,70	0,364	0,0200	0,0140
550	15,25	3,97	0,386	0,0220	0,0160
600	16,28	4,24	0,406	0,0240	0,0170
650	17,29	4,51	0,428	0,0260	0,0190
700	18,28	4,76	0,449	0,0280	0,0200
<b>Manutenção de vacas secas em final de gestação</b>					
400	15,26	4,15	0,890	0,0260	0,0160
450	16,66	4,53	0,973	0,0300	0,0180
500	18,04	4,90	1,053	0,0330	0,0200
550	19,37	5,27	1,131	0,0360	0,0220
600	20,68	5,62	1,207	0,0390	0,0240
650	21,96	5,97	1,281	0,0430	0,0260
700	23,21	6,31	1,355	0,0460	0,0280
<b>Produção de leite ( kg Nutrientes / Kg de leite)</b>					
3,00	1,07	0,280	0,078	0,00273	0,0017
3,50	1,15	0,301	0,084	0,00297	0,0018
4,00	1,24	0,322	0,090	0,00321	0,0020
4,50	1,32	0,343	0,096	0,00345	0,0021
5,00	1,40	0,364	0,101	0,00369	0,0023

Fonte: National Research Council (1989).

Na Tabela 4 são apresentados valores referenciais de consumo de matéria seca de vacas leiteiras, segundo o peso vivo, o nível de produção e a concentração de gordura no leite.



**Tabela 4.** Consumo de matéria seca (CMS), em % do peso corporal, para suprir as exigências nutricionais de manutenção, produção e ganho de peso de vacas durante a fase intermediária de lactação

Produção de Leite (4% de Gordura)	Peso Vivo (kg)		
	400 kg	500 kg	600 kg
5 kg de leite	2,0	1,9	1,8
10 kg de leite	2,7	2,5	2,2
15 kg de leite	3,2	2,9	2,5
20 kg de leite	3,6	3,3	2,7
25 kg de leite	4,0	3,5	3,0
30 kg de leite	4,3	4,0	3,2

Fonte: National Reserach Concil (2001)

## Métodos práticos para formulação de ração

De maneira geral, as seguintes etapas devem ser seguidas para o balanceamento de rações:

1. Caracterizar os animais para os quais se deseja balancear a ração ou dieta total;
2. Verificar as exigências em nutrientes pelos animais;
3. Levantar e quantificar os alimentos disponíveis;
4. Relacionar a composição química dos alimentos a serem utilizados, considerando-se os nutrientes que serão incluídos na fórmula;
5. Proceder ao balanceamento da ração ou dieta total visando realizar ajuste de acordo com as exigências do animal;
6. Depois de concluído o cálculo da ração ou dieta total, verificar se todas as exigências foram atendidas.

Existem diversos métodos para elaboração e cálculo de rações para bovinos leiteiros, sendo os mais práticos aqueles realizados por softwares ou planilhas em microcomputadores, com rapidez, precisão e economia. No entanto, existem métodos manuais que também podem ser utilizados para obtenção das proporções dos alimentos na ração com qualidade próxima da ideal. Assim, com o intuito de facilitar o entendimento dos diferentes métodos, os mesmos serão descritos com exemplos práticos.

### a) Método algébrico

É um método que 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 que se aumenta o número de ingredientes e de nutrientes considerados.

**Exemplo 1.** Ração concentrada com 18% de Proteína Bruta (PB) constituída de farelo de algodão e grão de milho.

Se considerarmos o farelo de algodão igual a X e o milho grão como Y em 100 kg de uma ração concentrada, temos a equação:

Equação 1:

$$X + Y = 100$$

Isolando Y, obtém-se a Equação 2:

$$Y = 100 - X$$

Substituindo a Equação 2 na Equação 1, obtém-se a Equação 3:

$$X + (100 - X) = 100$$

Considerando os teores de PB da ração (18%), do farelo de algodão (42,30%) e do milho grão inteiro (9%) (Tabela 2) na equação (3), tem-se:

$$42,30 \times X + 9 \times (100 - X) = 18 \times (100)$$

Onde:

$$42,30X + 900 - 9X = 1800$$

$$33,3X = 1800 - 900$$

$$33,3X = 900$$

$$X = 900/33,3$$

$$X = 27\%$$

Substituindo o valor de X na equação (2), encontramos a quantidade de milho (Y) na ração:

$$Y = 100 - 27$$

$$Y = 73\%$$

Portanto, a ração será constituída de 27% de farelo de algodão e 73% de grão de milho.

**Exemplo 2.** Concentrado para suplementação dos nutrientes de uma pastagem

A seguir, é mostrado um cálculo de uma mistura para suplementação de gado leiteiro, tomando por base uma vaca de 400 kg, com média de produção diária de leite de 10 kg (NDT), consome diariamente 2,7% do seu peso vivo em matéria seca (Tabela 4), i. e., 10,8 kg de MS de forragem por dia. A pastagem é de capim *Brachiaria brizantha* 'Marandu' (syn. *Urochloa brizantha*) que possui a seguinte composição em nutrientes (Tabela 1): 49,29% de NDT e 7,36% de PB.

O balanço entre os nutrientes fornecidos pela pastagem e os nutrientes necessários apenas para a manutenção da vaca é apresentado a seguir:

	Nutrientes	
	NDT (kg)	PB (g)
Fornecido pela pastagem	5,32 <sup>1</sup>	795 <sup>2</sup>
Exigência para Manutenção <sup>3</sup>	3,13	318
<b>Saldo</b>	<b>2,19</b>	<b>477</b>

<sup>1</sup>(10,8 × 49,29)÷100 <sup>2</sup>(10,8 × 7,36) × 10 <sup>3</sup>Vaca em lactação de 400 kg de PV (Tabela 3).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Este resultado indica que para a manutenção do corpo do animal, a pastagem tem um excedente de NDT e de PB, de 2,19 kg e 477 g por kg de MS, respectivamente.

Considerando a exigência em NDT (0,301 kg) para produção de 1 kg de leite com 3,5% de gordura por vaca/dia (Tabela 3), o excedente em NDT da pastagem pode proporcionar a produção de 7,3 litros (2,19÷0,301). No entanto, a exigência em PB (0,084 kg) para esta produção diária de leite (Tabela 3), haverá um requerimento de PB de 611,2 g (7,3 g × 84 g). O déficit de proteína, nesse caso, será de 134,2 g (611,2 g – 477 g). Nesse caso, um concentrado proteico como o farelo de girassol com 36,99% de PB (Tabela 2) poderá ser utilizado na quantidade diária de 3,63 kg (134,2 ÷ 36,99) para suplementar o déficit de proteína da pastagem.

**Exemplo 3.** Dieta total composta por volumoso e concentrado para suplementação de vacas em lactação com peso vivo (PV) médio de 450 kg e produção diária de leite de 10 kg/dia com teor de gordura no leite de 3,8%.

Nesse caso, como os níveis de nutrientes da ração não são pré-determinados, é necessário fazer a estimativa das exigências nutricionais dos animais, antes do balanceamento da ração propriamente dita. As etapas a serem seguidas são:

- Correção da produção de leite para teor de gordura de 4% PLCG (National Research Council, 2001):

$$\text{PLCG} = (0,4 \times \text{Produção de Leite}) + (15 \times \text{Produção de Leite} \times \text{Teor de Gordura})$$

$$\text{PLCG} = 0,4 \text{ kg} \times 10 \text{ kg} + 15 \text{ kg} \times 10 \text{ kg} \times 0,038 \text{ kg} = 9,7 \text{ kg de leite/dia}$$

- Determinação do consumo de Matéria Seca (CMS, em kg MS/dia)

Na Tabela 4 existem valores para estimar o consumo de MS de vacas produzindo 10 kg de leite com médias de PV igual a 400 kg e 500 kg, mas para o PV de 450 kg o valor não é citado. Nesse caso, usamos um recurso matemático chamado “interpolação”, assumindo que esses níveis de consumo variam linearmente entre um peso vivo de 400 kg (peso imediatamente inferior a 450 kg) e um peso de 500 kg (imediatamente superior a 450 kg).

O procedimento é o seguinte:

Valores considerados para estimar o consumo de MS de vacas leiteiras (Tabela 4):

<b>Peso Vivo (PV, kg )</b>	<b>Consumo (% do PV)</b>
400	2,7
500	2,4

Fonte: Elaborado pelos autores.

As diferenças são calculadas da seguinte forma:

$$\text{PV: } 400 - 500 = 100 \text{ kg}$$

$$\text{Consumo: } 2,7 - 2,4 = 0,3 \text{ \% do PV}$$

Isto quer dizer, para a diferença de 100 kg no peso vivo correspondente ao valor de 0,3 em % do PV. Como os animais considerados pesam em média 450 kg, a diferença de peso entre os dois extremos é de 50 kg e estima-se a proporcionalidade estabelecida como segue:

$$100 \text{ ----- } 0,3$$

$$50 \text{ ----- } X$$

$$X = (0,3 \times 50) \div 100 = 0,15 \text{ \% do PV}$$

Este valor de 0,15 deve ser adicionado ao valor em % de PV correspondente ao PV de 500 kg, ou seja:  $2,4 + 0,15 = 2,55 \text{ \% do PV}$ . Desta forma, estima-se o CMS (kg MS/dia) de vacas com PV médio de 450 kg:

$$\text{CMS} = 2,55 \text{ \% do PV} = 0,0255 \times 450 = 11,475 \text{ kg de MS/dia}$$

- Determinação da exigência em PB e NDT para produção de 9,7 kg de leite/dia (4% gordura):

Considerando as exigências para produção de 1 kg de leite com 4% de gordura (Tabela 3):

Exigência em NDT:

$$0,322 \text{ kg ----- } 1,0 \text{ kg de leite}$$

$$X \text{ ----- } 9,7 \text{ kg de leite}$$

$$X = 0,322 \times 9,7$$

$$X = 3,123 \text{ kg de NDT}$$

Exigência em PB:

0,090 kg ----- 1,0 kg de leite

X ----- 9,7 kg de leite

$$X = 0,09 \times 9,7$$

X = 0,873 kg de PB

<b>Exigência</b>	<b>NDT (kg)</b>	<b>PB (kg)</b>
Manutenção <sup>1</sup>	3,42	0,34
Produção	3,123	0,87
<b>Total</b>	<b>6,543</b>	<b>1,21</b>

<sup>1</sup>vaca em lactação de 450 kg de PV (Tabela 3).  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando consumo MS (CMS) de 11,475 kg:

11,475 kg de MS ----- 6,543 kg de NDT

1 kg de MS ----- X

$$X = 0,570 \text{ kg de NDT ou } 57\% \text{ de NDT}$$

11,475 kg de MS ----- 1,214 kg de PB

1 kg de MS ----- X

$$X = 0,106 \text{ kg de PB ou } 10,6 \% \text{ de PB}$$

Composição química e valor energético dos alimentos disponíveis (Tabelas 1 e 2):

<b>Ingrediente</b>	<b>PB (%)</b>	<b>NDT (%)</b>
Silagem de milho	7,20	61,90
Milho grão moído	9,82	86,40
Farelo de soja	47,64	81,04

Fonte: Elaborado pelos autores.

Definição da proporção de volumoso (V) e concentrado (C) a ser utilizada:

Como a silagem de milho será o único volumoso a ser utilizado, então:

$$V = 61,90\% \text{ NDT}$$

Já no caso dos concentrados (C), serão utilizados dois alimentos:

50% de Milho grão moído (MGM) + 50% de Farelo de Soja (FS)

Então:

$$C = 0,5 \times \text{MGM} + 0,5 \times \text{FS}$$

$$C = 0,5 \times 86,40 + 0,5 \times 81,04$$

$$C = 43,2 + 40,52 = 83,72 \% \text{ de NDT}$$

As equações serão definidas de acordo com os teores de NDT:

$$61,90V + 83,72C = 57 \text{ (Equação 1)}$$

$$V + C = 1 \text{ (Equação 2)}$$

Para anular a variável V, multiplica-se todas as variáveis da Equação 2 por 61,90. Em seguida, determina-se as diferenças entre os valores da Equação 1 e da Equação 2 para se obter a Equação 3:

$$61,90 V + 83,72 C = 57 \text{ (Equação 1)}$$

$$61,90 V + 61,90 C = 61,90 \text{ (Equação 2)}$$


---


$$0 V + 21,81 C = 4,90 \text{ (Equação 3)}$$

Isolando a variável C:

$$C = 4,90 \div 21,81$$

$$C = 0,225 \text{ ou } 22,5\%$$

Substituindo o valor de C na equação (2), determinamos a proporção de V:

$$V = 1 - 0,225 = 0,775 \text{ ou } 77,5\%$$

Dessa forma, a relação V:C é igual 77,5:22,5

- Considerando consumo MS (CMS) de 11,475 kg e a proporção de volumoso de 77,5%, então o consumo de MS de silagem de milho será:

$$77,5\% \times 11,475 = 8,89 \text{ kg de MS}$$

- As quantidades de NDT e de PB fornecidas pela silagem de milho serão de:

$$8,89 \text{ kg de MS} \times 61,90 \% \text{ NDT} = 5,5 \text{ kg de NDT}$$

$$8,89 \text{ kg de MS} \times 7,20 \% \text{ PB} = 0,645 \text{ kg de PB}$$

Déficit de nutrientes considerando o fornecimento apenas do volumoso:

<b>Ingrediente</b>	<b>MS (kg)</b>	<b>NDT (kg)</b>	<b>PB (kg)</b>
Silagem de milho	8,89	5,50	0,645
Exigência <sup>1</sup>	-	6,54	1,214
<b>Déficit</b>	-	<b>1,04</b>	<b>0,569</b>

<sup>1</sup>Vacas em lactação com peso vivo (PV) médio de 450 kg e produção diária de leite de 10 kg/dia (vide Quadro pág. 21)  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Cálculos das proporções dos concentrados com base no NDT e na PB do milho grão moído (MGM) e do farelo de soja (FS):

$$\text{Déficit NDT: } 0,8640 \text{ MGM} + 0,8104 \text{ FS} = 1,04 \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{Déficit PB: } 0,982 \text{ MGM} + 0,4764 \text{ FS} = 0,569 \text{ (Equação 2)}$$

Para anular a variável MGM, deve-se multiplicar todas as variáveis da Equação 2 por 8,798 (valor resultante da divisão entre as concentrações de NDT e de PB do MGM  $0,8640 \div 0,0982$ ). Em seguida, deve-se achar as diferenças entre os valores da Equação 1 e da Equação 2 para construção da Equação 3:

$$0,8640 \text{ MGM} + 0,8104 \text{ FS} = 1,04 \text{ (Equação 1)}$$

$$0,8640 \text{ MGM} + 4,1914 \text{ FS} = 5,01 \text{ (Equação 2)}$$

$$0 \text{ MGM} + 3,3810 \text{ FS} = 3,97 \text{ (Equação 3)}$$

Isolando a variável FS:

$$3,381 \text{ FS} = 3,97$$

$$\text{FS} = 3,97 \div 3,381$$

$$\text{FS} = 1,17 \text{ Kg}$$

Substituindo o valor de FS na Equação 1, determinamos a proporção de MGM:

$$0,8640 \text{ MGM} + 0,8104 \times 1,17 = 1,04$$

$$0,8640 \text{ MGM} + 0,9482 = 1,04$$

$$0,8640 \text{ MGM} = 1,04 - 0,9482$$

$$\text{MGM} = 0,092 \div 0,8640$$

$$\text{MGM} = 0,11 \text{ kg}$$

Balço de nutrientes considerando o fornecimento do volumoso + concentrados:

Ingrediente	MS (kg)	NDT (kg)	PB (kg)
Milho grão moído	0,11	$0,11 \times 0,864 = 0,10$	$0,11 \times 0,0982 = 0,011$
Farelo de soja	1,17	$1,17 \times 0,810 = 0,95$	$1,17 \times 0,4764 = 0,560$
<b>Total</b>	<b>1,29</b>	<b>1,05</b>	<b>0,568</b>
Exigência	-	1,04	0,569
Deficit	-	0,01	-0,001

Fonte: Elaborado pelos autores.

- Determinação das proporções dos alimentos na Matéria Original (MO):

$$8,89 \text{ kg de Silagem de Milho} \quad \text{-----} \quad 30,90\% \text{ de MS (Tabela 1)}$$

$$X \quad \text{-----} \quad 100\% \text{ de MS}$$

$$X = 28,80 \text{ kg de Silagem}$$

$$0,11 \text{ kg de MGM} \quad \text{-----} \quad 91,60\% \text{ de MS (Tabela 2)}$$

$$X \quad \text{-----} \quad 100\% \text{ de MS}$$

$$X = 0,12 \text{ kg de MGM}$$

$$1,17 \text{ kg de FS} \quad \text{-----} \quad 90,00\% \text{ de MS (Tabela 2)}$$

$$X \quad \text{-----} \quad 100\% \text{ de MS}$$

$$X = 1,30 \text{ kg de FS}$$

Cálculo da % de cada ingrediente na ração:

Total de Ração:  $28,80 + 0,12 + 1,30 = 30,22$  kg

30,22 kg ----- 100,00%

28,8 kg ----- X

X = 95,3 % de Silagem de Milho

30,22 kg ----- 100,00%

0,12 kg ----- X

X = 0,40 % de Milho Grão Moído

30,22 kg ----- 100,00%

1,30 kg ----- X

X = 4,30 % de Farelo de Soja

Resumo da Ração Balanceada:

Ingrediente	MS (kg)	MS (%)	MO (kg)	% na Ração
Silagem de milho	8,89	30,86	28,80	95,30
Milho grão moído	0,11	91,60	0,12	0,40
Farelo de soja	1,17	90,00	1,30	4,30
<b>Total</b>	<b>10,17</b>	<b>212,46</b>	<b>30,22</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

## b) Quadrado de Pearson

O método do Quadrado de Pearson é simples e permite o cálculo das proporções de dois componentes de uma mistura, a fim de atender um nível de nutriente desejado, normalmente a proteína. Nesse método, podem ser utilizados dois alimentos ou grupos de alimentos previamente misturados. Sakomura e Rostagno (2007) citam os seguintes passos a serem seguidos para o uso do Quadrado de Pearson:

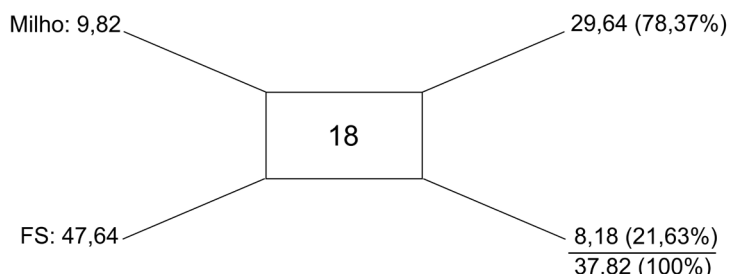
1. Desenhar um quadrado e colocar a porcentagem desejada do nutriente no centro do quadro;
2. Colocar conteúdo de nutriente (proteína) em porcentagem de cada alimento nos ângulos esquerdos do quadrado;
3. A base de referência (matéria seca ou matéria natural) deve ser a mesma para a exigência e o teor de nutrientes nos alimentos;
4. Subtrair diagonalmente no quadrado os menores números dos maiores e colocar os resultados nos ângulos direitos do quadrado;
5. É necessário que o número do centro do quadrado esteja entre os valores dos números dos ângulos esquerdos;
6. As quantidades de cada alimento devem ser expressas em porcentagem do total.

### Exemplo 1: Concentrado com dois ingredientes

Para balancear uma ração concentrada com 18% de PB e 80% de NDT pelo quadrado de Pearson devemos considerar os teores de proteína dos ingredientes disponíveis, no caso, o milho grão



moído (MGM) e o farelo de soja (FS) com 9,82% e 47,64% de PB, respectivamente (Tabela 2). Em seguida, monta-se o esquema do quadrado com o valor do teor de PB da mistura no centro do quadrado; nas colunas da esquerda entram os valores de PB dos dois ingredientes da mistura e do lado direito a diferença numérica entre os valores dos ingredientes e o teor de PB da mistura (18 – 9,82 = 8,18 e 47,64 – 18 = 29,64):



Fonte: Elaborado pelos autores.

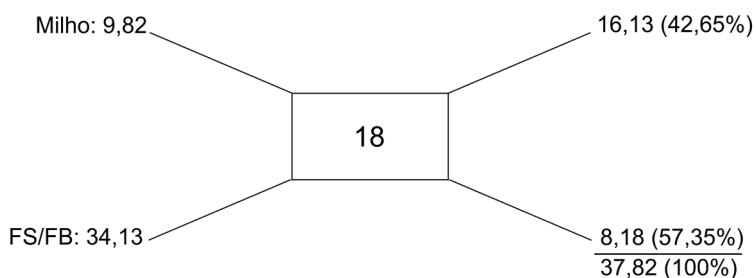
Assim, para 37,82 kg da mistura serão necessários 29,64 kg de milho e 8,18 kg de farelo de soja. Portanto, para 100 kg da mistura serão necessários 78,37 kg de milho  $[(31,00 \div 37,82) \times 100]$  e 8,18 kg de farelo de soja  $[(8,18 \div 37,82) \times 100]$ .

Como o balanceamento foi feito com base nos valores de PB, é necessário conferir o valor de NDT da mistura. Nesse caso, devem-se considerar os valores 86,40 e 81,04 de NDT do milho e farelo de soja, respectivamente (Tabela 2) e estimar o valor total da mistura de acordo com as proporções de cada ingrediente, assim:

$$86,40 \times 0,7837 + 81,04 \times 0,2163 = 67,71 + 17,53 = 85,24 \% \text{ NDT}$$

**Exemplo 2:** Concentrado com três ingredientes

No caso de misturas que envolvam mais de dois ingredientes é necessário um cálculo prévio para estimar o valor da combinação de ingredientes. Por exemplo, a torta de babaçu (TB) com 20,62%PB e 46,60%NDT (Rodrigues Filho et al., 1993) pode ser utilizada para substituição 50% do farelo de soja. Dessa forma, uma mistura de FS/TB, contendo 50% de FS e 50% de TB, resulta em 34,13% de PB, ou seja,  $(0,50 \times 47,64) + (0,50 \times 20,62)$ . Para estimar a quantidade de cada ingrediente, monta-se o quadrado da seguinte maneira:



Fonte: Elaborado pelos autores.

A composição final de 100 Kg dessa ração será:

Ingrediente	Kg
Milho grão moído	42,65
Farelo de soja	28,675
Torta de babaçu	28,675
Total	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Considerações Finais

A ração deve ser balanceada com ingredientes de custo mínimo para evitar grandes impactos no custo final da ração. Deve-se conhecer o valor nutritivo ou kg de nutrientes pelo preço dos alimentos disponíveis, a fim de poder compará-los e utilizar em maior quantidade os que são mais econômicos, porém deve estar atento para qualidade, pois, nem sempre o mais em conta é a melhor opção. Os alimentos contidos na ração devem estar em boas condições sanitárias, ou seja, não podem ter sofrido fermentações indesejáveis ou outras alterações que coloquem em risco a saúde dos animais. Além disso, não devem ter gorgulhos, traças ou outros insetos que atacam os grãos armazenados e muito menos urina de rato que pode conter leptospira, transmitindo para os animais e o homem a leptospirose.

A mistura dos alimentos da ração deve ser efetuada da forma mais homogênea possível a fim de favorecer consumo ideal dos nutrientes da dieta pelo animal. A ração e/ou dieta deve ter um preparo adequado, para que os animais possam ingerir e aproveitar com facilidade os alimentos. As sobras nos cochos de um dia para outro, devem ser retiradas visando evitar mau cheiro causado pela fermentação e/ou a sujidade no cocho, evitar sobrepor a nova dieta sobre a dieta do dia anterior e sempre que possível realizar a inspeção de cocho no caso de animais alimentados em grupo para ajuste da oferta de alimento do dia seguinte.

## Referências

BRASIL, Instrução Normativa Nº. 13/04. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. 1 dez. 2004, Seção 1, p. 63.

CAMPOS, J. **Tabelas para cálculo de rações**. Viçosa: UFV, 1995. 64 p.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; da SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

GIORDANI JUNIOR, R. **Uso das sementes de cupuaçu trituradas na produção e parâmetros físico-químicos do leite de búfalas suplementadas a pasto**. 2017. 47 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Ambientais) – Fundação Universidade Federal de Rondônia-- Rolim de Moura.

GOMES, S. P.; BORGES, A. L. C. C.; CAMPOS, M. M. Efetividade da fibra na nutrição de ruminantes. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 55, p. 17-13, 2007.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 412 p.

GONÇALVES, M. B. F. **Polígrafo Nutrição Animal**: notas de estudo de Agronomia. Santa Maria: UFSM. Curso de Agronomia, 2002. 138 p. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAAtIAJ/poligrafo-nutricao-animal>. Acesso em: 20 maio 2019.

LANA, R. P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. Viçosa: UFV, 2000. 60 p.

LANA, R. P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 91 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, EUA). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, DC.: National Academy of Science, 1989. 157 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, EUA). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, DC.: National Academy of Science, 2001. 381 p.

RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A. P.; LOURENÇO JUNIOR, J. de B. L. **Avaliação de subprodutos agroindustriais para alimentação de ruminantes**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1993. 15 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 71).

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. A. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

VALADARES FILHO, S. de C.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV: DZO: DPI, 2002. 297 p.

VALADARES FILHO, S. de C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. (Ed.). **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 329 p.

**Embrapa**

---

**Embrapa Rondônia**



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

