

## Exigências proteicas para bovinos de corte

Tiago Pereira Guimarães<sup>1</sup>, Hugo Jayme Mathias Coelho Peron<sup>1</sup>, Daniel Barbosa da Silva<sup>1</sup>, Kíria Karolline Gomes Moreira<sup>2</sup>, José Tiago das Neves Neto<sup>2</sup>, Brunno Moreira Naves Silva<sup>1</sup>, Fabrício Carrião dos Santos<sup>1</sup>

### RESUMO

Objetivou-se com esta revisão realizar uma discussão sobre as exigências proteicas para bovinos de corte em condições brasileiras. Atualmente os nutricionistas brasileiros fazem uso de dados e programas de formulação de rações de instituições estrangeiras, demonstrando uma carência de pesquisas nessa área no país. O estudo das exigências proteicas para bovinos de corte é importante, pois o suprimento de quantidades adequadas de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) é necessário para promover o ótimo crescimento da microbiota ruminal e para ter um perfil adequado de proteína metabolizável, que supra as exigências dos animais para manutenção e ganho de peso que não foi atingido pela proteína de origem microbiana. Quando são utilizadas proporções altas de PDR para animais jovens, abaixo de 350 kg de PV, o seu desempenho torna-se limitado pela falta de um perfil adequado de proteína metabolizável (PM). É possível substituir a proteína verdadeira pelo nitrogênio não proteico (NNP) em dietas para bovinos de corte acima de 350 kg PV, pois a partir desse peso a velocidade de crescimento dos animais diminui e somente os microrganismos ruminais são capazes de suprir as necessidades de PM pela conversão do NNP em proteína microbiana de alto valor biológico. Sabendo disso, pode-se optar por fontes de PDR mais baratas e que vão proporcionar desempenhos satisfatórios, além de diminuição dos custos de produção.

**Palavras-chave:** bovino de corte, proteína, suplementação proteica

### Requirements protein for beef cattle

### ABSTRACT

The objective of this review to make a discussion about protein requirements for beef cattle in Brazilian conditions. Currently nutritionists Brazilian makes use of data and programs feed formulation of foreign institutions, demonstrating a lack of research in this area in the country. The study of protein requirements for beef cattle is important because the supply of adequate amounts of rumen degradable protein (RDP) and rumen undegradable protein (RUP) is required to promote optimal ruminal microbial growth and to have a profile adequate protein intake, that meets the requirements of animals for maintenance and weight gain was not affected by the protein of microbial origin. When using high proportions of PDR for young animals below 350 kg BW, its performance becomes limited by the lack of a suitable profile of metabolizable protein (MP). You can replace the true protein by non-protein nitrogen (NPN) in diets for beef cattle over 350 kg BW, because from that weight to speed animal growth decreases and only the ruminal microorganisms are able to meet the needs of PM the conversion of the NNP in microbial protein of high biological value. Knowing this, you can opt for cheaper sources of PDR and will provide satisfactory performance, and reduction of production costs.

**Keywords:** beef cattle, protein, protein supplementation

**Autor para correspondência:** Tiago Pereira Guimarães  
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, km 2,5, s/n, Zona Rural, Urutaí, GO, Brasil.  
E-mail: tiagopereirav@hotmail.com

**Recebido em:** 19 mar. 2015

**Aceito em:** 24 mar. 2015

<sup>1</sup>Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

## INTRODUÇÃO

A determinação das exigências de proteína, seja para manutenção, crescimento ou produção, é tão importante quanto à determinação da energia em dietas para ruminantes. Os sistemas de formulação de ração evoluíram nos últimos anos, passando do conceito de exigência em proteína bruta para proteína metabolizável (NRC 2000), permitindo assim, adequar as exigências da população microbiana ruminal em compostos nitrogenados bem como a exigência dos animais em proteína não degradável no rúmen.

Clarindo et al. (2008) citaram que o sistema de proteína metabolizável considera dois organismos a serem alimentados, a população bacteriana do rúmen e o animal em si. As bactérias ruminais utilizam a proteína degradável no rúmen (PDR) para se desenvolverem, podendo ser provenientes de fontes de nitrogênio não proteico (ureia, amireia, etc) como também de fontes de proteína verdadeira (farelo de soja, farelo de algodão, etc). Os aminoácidos que chegam ao intestino dos ruminantes provêm de fontes como proteína microbiana (Pmic); proteína não degradável no rúmen (PNDR) e proteína endógena, sendo que, a proteína metabolizável (PM) compreende a digestão destas fontes.

O suprimento de quantidades adequadas de PDR é importante para promover o crescimento da microbiota ruminal e conseqüentemente a sua síntese protéica. Porém, para ter um perfil adequado de proteína metabolizável, que supra as exigências dos animais, é necessário o fornecimento de fontes balanceadas de PDR e PNDR.

Tendo em vista as considerações precedentes, objetivou-se discutir aspectos relacionados aos novos conceitos sobre as exigências proteicas e as proporções ideais de diversas fontes proteicas na nutrição de bovinos de corte.

## ASPECTOS GERAIS DA UTILIZAÇÃO DE PROTEÍNAS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

### Caracterização das fontes proteicas

Na natureza são encontrados cerca de 300 aminoácidos distintos e apenas 20 deles estão presentes nas proteínas de microrganismos, plantas e animais (Santos e Mendonça 2011).

A estrutura dos aminoácidos (AAs) é composta por um grupamento carboxílico (COOH) e um grupamento amino (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) funcionais ligados ao carbono  $\alpha$  (Lehninger et al. 2002). Do ponto de vista da nutrição animal, os 20 aminoácidos são classificados como essenciais (AAE) e não essenciais (AANE) (Quadro 1).

**Quadro 1.** Classificação dos 20 AA encontrados em proteínas, do ponto de vista da nutrição de animais ruminantes e não ruminantes

Aminoácidos essenciais	Aminoácidos não essenciais
Arginina (Arg)	Alanina (Ala)
Histidina (His)	Ácido aspártico (Á. Asp)
Isoleucina (Ile)	Asparagina (Asp)
Leucina (Leu)	Cisteína (Cis)
Lisina (Lis)	Ácido glutâmico (Á. Glut)
Metionina (Met)	Glutamina (Glu)
Fenilalanina (Phe)	Glicina (Gli)
Treonina (Thr)	Prolina (Pro)
Triptofano (Trp)	Serina (Ser)
Valina (Val)	Tirosina (Tir)

Fonte: Santos e Mendonça (2011)

Os AANE são produzidos pelo próprio organismo animal a partir de outros AANE ou até mesmo de AAE, sendo sintetizados em quantidades que satisfazem as exigências do metabolismo animal. Estes aminoácidos não precisam obrigatoriamente estar presentes na dieta, pois podem ser produzidos a partir de fontes de carbono e grupos amino de outros aminoácidos ou de compostos mais simples (Alves 2004). Já os AAE não são produzidos pelo organismo do animal ou são sintetizados em pequenas quantidades que são incapazes de suprir as exigências dos animais.

Segundo Alves (2004), o perfil e a proporção de AAs da proteína metabolizável no intestino determinam a eficiência de utilização pelo ruminante. Quando a proteína metabolizável é de alta qualidade contendo perfil adequado de AAs, o teor de proteína bruta da dieta pode ser reduzido, a utilização da PM é otimizada e a excreção de ureia e outros compostos nitrogenados é reduzido e o desempenho do animal é maximizado.

A PB contida nos alimentos consumidos por ruminantes é calculada como teor de nitrogênio (N) x 6,25 (fator que pode ser mudado pela fonte de alimento), assumindo o teor de N na proteína de 16%. Contudo, os alimentos contêm N na forma proteica (AAs unidos através de ligações peptídicas que formam uma molécula de proteína) e N na forma não protéica (NNP), representado por AAs livres, peptídeos, ácidos nucléicos, amidas, aminas e amônia (Carpenter 2003).

De acordo com Santos e Mendonça (2011), a PB das gramíneas e leguminosas forrageiras contém uma porcentagem considerável de NNP. Esse valor aumenta substancialmente quando estas forrageiras são conservadas na forma de feno ou silagem por causa da proteólise durante a

secagem e ensilagem (Quadro 2).

**Quadro 2.** Teores e componentes de nitrogênio não proteico (NNP) contidos em alimentos consumidos por ruminantes (% da proteína bruta)

Alimento	NNP (%)	NNP (componentes)
FORAGEM fresca	10-15	Peptídeos, aminoácidos livres e nitratos
Silagem	30-65	Aminoácidos livres, amônia, aminas, e menores concentrações de peptídeos e nitratos
Feno	15-25	-
Concentrados	<12	-

Fonte: Adaptado de Santos e Mendonça (2011)

Grande parte da PB em forragens conservadas pode ser NNP, tanto o processo de secagem para fenação como o processo de ensilagem aumenta a proporção de NNP na PB da forragem. Isto ocorre por ação de proteases e peptidases da planta ou de origem microbiana. Rapidez nos processos de fenação e ensilagem pode reduzir a transformação de proteína verdadeira em NNP durante a conservação de forragens por ensilagem ou fenação. Na maioria dos alimentos não forrageiros, menos de 12% do N é NNP (Santos e Mendonça 2011).

#### Fontes de proteína para bovinos

Os compostos protéicos podem ser separados como fontes de nitrogênio proteico e não proteico. Segundo Cacareto (2011), as fontes de nitrogênio proteico podem ser classificadas em ricas, intermediárias e pobres em PNDR. De modo geral, grãos de soja, farelo de soja, de amendoim, de girassol, de canola e de glúten- 21 são exemplos de fontes pobres em PNDR. O farelo de algodão é uma fonte intermediária. Farinha de peixe, carne e ossos, pena, sangue, glúten de milho- 60, grãos destilados, resíduos de cervejaria, farelo de soja tratado em altas temperaturas, farelo de soja extrusada e grãos de soja tostado são fontes ricas em PNDR (Berchielli et al. 2007). Entretanto, é importante salientar que alimentos de origem animal não podem ser utilizados na alimentação de bovinos.

Os principais suplementos protéicos utilizados em rações de bovinos no Brasil são o farelo de soja, farelo de algodão, caroço de algodão e a ureia. Outros suplementos como farelo de amendoim, farelo de girassol, farelo de glúten de milho também são alternativas de suplementação.

O farelo de soja (FS) é a principal fonte proteica para bovinos no Brasil. Proveniente da extração do óleo, o FS possui cerca de 48% de PB e uma proporção rica em PDR, bem balanceado em aminoácidos, sendo boa fonte de lisina, porém pobre em metionina (Santos e Mendonça 2011).

O farelo de algodão (FA) é obtido da extração do óleo das sementes do algodão. Normalmente a indústria produz dois tipos de FA que diferem no teor de PB, o FA 28 e o FA 38 que normalmente apresenta de 28% e 38% de PB respectivamente. A PDR do FA corresponde a 63,5% da PB, enquanto que a do FS é de aproximadamente 65%. Na Tabela 1 é apresentada a composição bromatológica dos farelos de soja e de algodão (FA 38).

A ureia é um composto não proteico capaz de ser utilizado pelos ruminantes devido a simbiose com as bactérias ruminais (Santos e Mendonça 2011) que utilizam esses compostos para formação de proteína microbiana. Isto é muito vantajoso, pois a ureia possui 45% de nitrogênio (N). Cada grama de ureia possui a mesma quantidade de N quanto 2,81 g de proteína verdadeira. A ureia é altamente degradável no rúmen e exige alguns cuidados na sua administração para ruminantes. A sua quebra gera produção de amônia (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>), composto volátil utilizado pelos microrganismos para síntese de proteína microbiana.

O cloreto de amônia é um produto sólido, incolor ou branco, representado pela fórmula NH<sub>4</sub>Cl. Devido a suas características o cloreto de amônia também pode ser classificado como uma fonte de NNP para animais ruminantes, já que é um material que não contém elementos indesejáveis, de fácil manipulação, relativamente econômico e contém 26,2% de N, ou seja, um equivalente de 164% de PB.

#### Síntese de proteína microbiana

A célula microbiana contém em sua composição 62,5% de PB, 21% de carboidratos, 12% de lipídeos e 4,4% de cinzas segundo o modelo de Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) (Fox et al. 1992). De acordo com o NRC (2000), a quantidade de proteína microbiana (Pmic) produzida no rúmen é dependente dos nutrientes digestíveis totais (NDT) da ração. Portanto, a cada kg de NDT da dieta, é produzido 130 g de Pmic.

Em pesquisa realizada por Veras et al. (2008), avaliando a eficiência microbiana em função da concentração de NDT, os autores encontraram produção média de 188,2 g Pmic por cada quilograma de NDT consumido, superior à adotada pelo NRC (2000). Portanto, para se aumentar a quantidade de Pmic sintetizada no rúmen, há duas

possibilidades: melhorar a eficiência microbiana (Efmic - quantidade de N microbiano sintetizado por kg de carboidrato fermentável no rúmen, ou seja, é a “conversão alimentar” das bactérias de substrato

fermentado em Pmic) ou ainda aumentar a disponibilidade de substrato para os microorganismos (Santos e Mendonça 2011).

**Tabela 1.** Composição bromatológica média do Farelo de soja (FS) e Farelo de algodão (FA 38)

Fração	FS	FA 38
	Concentração	
Matéria seca	88,5	89,8
Proteína bruta, % MS	48,0	38,8
PNDR, % PB	35,0	43,0
PDR, % PB	65,0	63,5
Proteína solúvel, %PB	0,7	0,92
Extrato etéreo, % MS	1,79	1,63
FDN, % MS	15,55	33,78
FDA, % MS	9,57	23,2
Celulose (FDA - Lignina), % MS	7,81	19,54
Hemicelulose (FDN-FDA), % MS	5,98	10,58
Lignina, % MS	1,76	3,66
Amido	6,0	6,51
NDT, % MS	80,0	66,29
Matéria mineral, % MS	6,4	6,27

Fonte: Adaptado de Valadares filho et al. (2013)

Segundo o NRC (2000), o consumo de PDR, o tipo de carboidrato (estrutural ou não-estrutural) e a taxa de passagem, são os fatores mais importantes que afetam a síntese de Pmic. Pina et al. (2010) complementaram que a disponibilidade e a sincronização entre energia e compostos nitrogenados no rúmen também afetam a síntese de proteína microbiana, uma vez que carboidratos fibrosos apresentam lenta taxa de digestão e que as fontes proteicas são mais rapidamente degradadas no rúmen. Ainda segundo o mesmo autor, a partir de informações completas obtidas de 42 pesquisas conduzidas no DZO da UFV, nas quais foram utilizados animais para corte e leite, submetidos a diferentes condições de alimentação, foram sumarizados e chegaram a um ponto médio de valor para síntese e eficiência de utilização de NDT para produção de Pmic. Os valores não diferiram pelas categorias de animais avaliados (corte ou leite) e o valor médio obtido foi de 115, 58 g de PBmic/kg de NDT consumido.

#### Degradação ruminal de PDR e ureia

A ureia no rúmen é rapidamente degradada pelas ureases secretadas pelas bactérias, sua alta taxa de hidrólise pode se tornar um problema pela liberação de amônia e acúmulo no rúmen. O excesso de amônia é absorvida na parede ruminal e

metabolizado no fígado onde é convertido em ureia, forma pela qual é excretada pela urina ou reciclada pela parede ruminal e saliva (Azevedo 2008). Entretanto, este processo gasta energia, diminuindo a disponibilidade de energia para o animal. Quando absorvida em grande quantidade, a amônia pode exceder a capacidade hepática de detoxificação, acumular-se no sangue e causar intoxicação, podendo levar à morte do animal.

No rúmen a fração PDR sofre ação de enzimas proteases, peptidases e deaminases secretadas pelos microorganismos, fornecendo um suprimento contínuo de peptídeos, aminoácidos, e amônia para a incorporação e o crescimento dos microorganismos e consequente síntese de proteína microbiana, sendo esta a principal fonte de proteína metabolizável (PM) para o ruminante (Kozloski 2009).

#### Digestão de proteínas e absorção intestinal de aminoácidos e peptídeos

As fontes de proteínas que chegam ao intestino dos ruminantes são a Pmic, PNDR e proteína endógena. A mistura de AAs absorvidos provenientes da digestão dessas fontes é denominada proteína metabolizável

O NRC (2000) considera que o conteúdo de proteína verdadeira (PV) na Pmic é de 80% e sua

digestibilidade intestinal é de 80%, ou seja, o teor de PM na Pmic é de 64%. Neste modelo, a proteína endógena contém 50% de PV com digestibilidade de 80%. Já a PNDR é considerada 100% proteína verdadeira, com digestibilidade variando de 50% a 100% dependendo da fonte proteica. As proteínas de origem vegetal são degradadas mais amplamente do que as proteínas de origem animal (Kozloski 2009).

A digestão das fontes proteicas (Pmic, PNDR e proteína endógena) inicia-se no abomaso e primeiramente recebem ação da enzima pepsina que é prolongada até o intestino. Ao passar para o jejuno médio ocorrem à maior parte da digestão pela ação das enzimas pancreática, tripsina, quimotripsina e carboxipeptidases; no íleo médio ocorre o pico da atividade das aminopeptidases e peptidases secretadas pelo intestino. A ação dessas enzimas produz aminoácidos e pequenos peptídeos que em sua maioria são absorvidos pelo epitélio intestinal, entrando na corrente sanguínea e posteriormente vão para o fígado para serem metabolizados (Kozloski 2009).

### Exigência de proteína metabolizável para bovinos de corte segundo BR-CORTE (2010) 2ª Edição

A demanda de proteína para manutenção de um bovino de corte é igual às perdas metabólicas fecais e urinárias, além daquelas perdas de proteína por descamação (Marcondes et al., 2010). De acordo com a eficiência microbiana informada por Pina et al. (2010), de 115, 58 g de Pmic/ kg de NDT consumido, foi possível converter o consumo de proteína bruta do banco de dados do BR-CORTE (Valadares filho et al. 2010) em consumo de proteína metabolizável (PM) e correlacionar esse consumo com o ganho médio diário, conforme sugerido pelo NRC (2000). Dessa forma, o requerimento de PM para manutenção seria o ponto onde o animal teria um ganho diário nulo, que seria de 3,81g/kg<sup>0,75</sup>. O BR-CORTE (2010) adotou o valor encontrado por Veras (2006) que foi de 4,0 g/kg<sup>0,75</sup> de proteína metabolizável para manutenção.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores adotados pelo BR-CORTE (2010) para exigências de PM para manutenção e ganho de peso em bovinos de diferentes pesos corporais e classe sexual.

**Tabela 2.** Exigências totais (manutenção + ganho de peso) de proteína metabolizável (PM) expressas em g/dia, de bovinos Nelore de duas classes sexuais, com pesos e taxas de ganho de peso corporal distintas

Ganho de peso kg/dia	Peso Corporal					
	200	300	400	200	300	400
	Machos Inteiros			Machos castrados		
0,50	361,33	455,34	531,52	323,97	418,20	498,05
0,75	433,63	536,00	614,04	378,78	481,85	566,51
1,00	505,82	615,89	606,09	433,63	545,54	634,81
1,25	577,52	695,19	776,77	488,33	608,96	702,82
1,50	648,94	773,90	857,13	542,89	672,12	770,63

Segundo Marcondes et al. (2010), os requerimentos de proteína líquida para ganho de peso em animais inteiros é maior do que para animais castrados em virtude do forte efeito da testosterona sobre a deposição de proteína no ganho, ou seja, animais inteiros têm maior potencial de crescimento, mas também maiores exigências de proteína líquida de ganho.

### Proporções adequadas de PDR e PNDR em dietas para bovinos de corte

A necessidade de ingestão de proteína bruta é estimada como sendo a quantidade de proteína degradável no rúmen (PDR) necessária para o crescimento microbiano, mais a PNDR necessária para complementar à exigência de proteína metabolizável para manutenção e ganho de peso que

não foi atingido pela proteína de origem microbiana (Gabarra et al. 2007).

Para animais castrados ou não castrados em terminação, recebendo dietas ricas em concentrado, utilizando-se o modelo do NRC (2000), é possível suprir toda a exigência de proteína metabolizável apenas utilizando a ureia como fonte suplementar de proteína. Entretanto, trabalhos têm mostrado que machos não castrados ou animais castrados (implantados com anabolizantes) responderam à adição de farelo de soja na dieta em combinação com ureia em relação ao uso exclusivo de ureia (Gabarra 2007).

Marcondes et al. (2010) realizaram uma revisão sobre a exigência nutricional de proteína para bovinos de corte, e determinaram as proporções de PDR (Tabela 3) e PNDR (Tabela 4) para diferentes ganhos de peso diário. Comparando

as duas tabelas, proporcionalmente ao peso, observa-se que animais mais leves necessitam de maior quantidade de PDR do que animais mais pesados.

Para encontrar as exigências em proteína bruta, basta somar as exigências de PDR e PNDR das Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3.** Exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), expressas em g/dia, de bovinos Nelore de duas classes sexuais, peso e taxas de ganho de peso corporal

Ganho de peso kg/dia	Peso Corporal					
	200	300	400	200	300	400
	Machos Inteiros			Machos castrados		
0,50	339,66	453,56	522,14	350,32	452,88	542,12
0,75	396,94	502,16	599,40	414,25	524,81	631,37
1,00	450,22	572,76	676,66	479,52	610,06	725,94
1,25	514,15	639,36	759,24	548,78	684,65	827,17
1,50	576,76	716,62	847,15	622,04	772,56	916,42

Fonte: Adaptado de Marcondes et al. (2010)

**Tabela 4.** Exigências de proteína não degradada no rúmen (PNDR), expressas em g/dia, de bovinos Nelore de duas classes sexuais, peso e taxas de ganho de peso corporal

Ganho de peso kg/dia	Peso Corporal					
	200	300	400	200	300	400
	Machos Inteiros			Machos castrados		
0,50	206,86	255,26	288,08	152,48	196,35	231,84
0,75	255,96	308,08	335,55	174,92	224,07	253,10
1,25	351,34	408,19	423,76	214,89	267,76	282,37
1,50	395,50	450,90	460,85	230,29	283,35	302,81

Fonte: Adaptado de Marcondes et al. (2010)

#### Exigências de aminoácidos para bovinos de corte

A proteína dos animais é composta por 20 aminoácidos distintos na sua estrutura, e segundo o NRC (2000), dez são considerados essenciais (histidina, isoleucina, lisina, leucina, metionina, arginina, fenilalanina, triptofano, treonina e valina).

Conforme Santos e Mendonça (2011), a exigência metabólica de ruminantes não é por PB, NNP, PDR ou PNDR, mas sim por AAs. As células dos tecidos dos ruminantes necessitam de AAs para o seu metabolismo, sendo que dados recentes têm mostrado que alguns tecidos também utilizam peptídeos em seu metabolismo. Dessa forma, os AAs devem estar disponíveis para o metabolismo dos tecidos em quantidades e proporções adequadas para eficiência máxima do animal. Sendo assim, a qualidade da proteína metabolizável (PM) para ruminantes pode ser estimada com base no seu perfil de AAE.

Na Tabela 5, verifica-se que a composição de aminoácidos da proteína microbiana verdadeira é semelhante à proteína nos principais produtos

animais como o leite e a carne (NRC 2000), sendo este um bom parâmetro para comparação dos produtos dos animais e da dieta utilizada.

As exigências de proteína para bovinos são atendidas por aminoácidos originários da proteína não degradável no rúmen e da proteína microbiana.

O cálculo da exigência deve considerar a quantidade de aminoácidos absorvidos que são fornecidos pelas fontes proteicas não degradadas no rúmen e a quantidade absorvida da proteína microbiana (Silva et al. 2002). O fluxo de aminoácidos para o intestino pode ser aumentado pela ingestão de proteína não degradável e pelo aumento da eficiência de síntese microbiana.

Silva et al. (2002) pesquisaram pela exigência líquida de aminoácidos em animais da raça Nelore. Na Tabela 6 estão descritos os valores de metionina, lisina, histidina, fenilalanina, treonina, leucina, isoleucina, valina e arginina, considerando ganho de 1 kg de peso por dia em animais na faixa de 250, 300, 350, 400 e 450 kg de peso vivo.

**Tabela 5.** Comparação dos perfis de AAE dos tecidos corporais e leite com os de microrganismos ruminais e fontes de alimentos para ruminantes

Item	Arg	His	Ile	Leu	Lis	Met	Phe	Thr	Trp	Val
	% de AAE na Proteína Bruta									
Tecido Muscular	16,8	6,3	7,1	17,0	16,3	5,1	8,9	9,9	2,5	10,1
Leite	7,2	5,5	11,4	19,5	16,0	5,5	10,0	8,9	3,0	13,0
Bactérias	10,3	4,3	11,6	15,9	17,3	5,1	10,1	11,3	2,6	12,4
Protozoários	9,3	3,6	12,7	15,8	20,6	4,2	10,7	10,5	2,8	9,7
Feno de alfafa	12,5	4,7	10,3	17,9	12,4	3,8	11,6	10,6	3,6	12,7
Silagem de milho	6,2	5,7	10,6	27,2	7,9	4,8	12,1	10,1	1,4	14,1
Feno de gramínea	11,7	4,9	10,0	18,8	10,5	3,9	11,8	10,9	3,7	13,6
Silagem de gramínea	9,4	5,1	10,9	18,8	10,1	3,7	13,4	10,2	3,3	15,0
Milho quebrado	11,5	7,8	8,2	27,9	7,1	5,3	11,5	8,8	1,8	10,0
Sorgo (grão)	9,4	5,7	9,3	31,9	5,4	4,2	12,3	7,8	2,5	11,6
Trigo (grão)	13,6	7,1	9,6	19,3	8,1	4,6	13,3	8,4	3,5	12,3
Farelo de algodão	26,0	6,6	7,3	13,8	9,7	3,7	12,5	7,6	2,8	10,0
Farelo de amendoim	27,6	6,0	8,1	15,9	8,3	2,9	12,1	6,7	2,4	9,8
Farelo de soja	16,2	6,1	10,1	17,2	13,9	3,2	11,6	8,7	2,8	10,2
Farelo de girassol	20,8	6,2	9,9	15,2	8,0	5,6	11,0	8,7	2,9	11,7
Farinha de sangue	7,8	11,3	2,2	22,7	15,9	2,1	12,1	7,7	2,8	15,4
Farinha de peixe	16,2	2,7	11,4	11,9	6,0	1,8	11,6	11,1	1,7	17,6
Soro de leite	5,0	4,5	12,1	21,2	17,6	3,3	7,0	14,1	3,5	11,7

**Tabela 6.** Exigências nutricionais de aminoácidos para animais Nelore não castrados

PV (kg)	GMD (g/kg)	Aminoácidos (g/animal/dia)								
		Met	Lys	His	Phe	Thr	Leu	Ile	Val	Arg
250	1,0	7,08	25,58	10,31	14,63	15,70	31,57	14,24	20,52	32,86
300	1,0	7,85	28,54	11,50	16,32	29,79	35,33	15,94	22,96	36,65
350	1,0	8,72	31,76	12,79	18,17	19,52	39,36	17,75	25,58	40,79
400	1,0	9,73	35,37	14,25	20,24	21,73	43,81	19,76	28,47	45,43
450	1,0	10,95	39,58	15,94	22,63	24,30	48,87	22,04	31,76	50,83

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2002)

É importante ressaltar que a exigência de aminoácidos em animais mais jovens é proporcionalmente maior em relação a animais adultos, porém quantitativamente ela é maior para animais adultos, devido ao maior peso corporal (Silva et al. 2002).

Rossi Junior et al. (2007) estudaram o fluxo e absorção de aminoácidos em bezerros com

aproximadamente 200 dias de idade alimentados com dietas formuladas com diferentes fontes nitrogenadas (ureia, farelo de algodão e levedura). Neste estudo, eles observaram que a quantidade de metionina absorvida no intestino foi baixa (Tabela 7). A absorção de metionina e lisina (2,8 e 12,34 g/dia respectivamente), foi baixa se comparada aos dados de Silva et al. (2002), que sugerem exigência

de 7,08 e 25,58g/dia de metionina e lisina para animais pouco mais pesados (250 kg de peso vivo).

Uma forma que tem sido recomendada para avaliar as fontes proteicas ricas em PNDR em

relação ao total de AAE das rações para bovinos de leiteiros e para corte, é a relação lisina:metionina de 3:1 na proteína metabolizável ou valores de 15% de lisina e 5% de metionina (Santos e Mendonça 2011).

**Tabela 7.** Quantidade de aminoácidos aparentemente absorvidos no intestino (g/dia)

Aminoácido	Dieta experimental			CV%
	Ureia	Farelo de algodão	Levedura	
AAE	94,60 <sup>a</sup>	109,27 <sup>a</sup>	94,42 <sup>a</sup>	28,6
Valina	13,92 <sup>a</sup>	13,79 <sup>a</sup>	13,42 <sup>a</sup>	29,1
Metionina	2,95 <sup>a</sup>	2,85 <sup>a</sup>	2,60 <sup>a</sup>	23,3
Isoleucina	9,48 <sup>a</sup>	12,14 <sup>a</sup>	11,30 <sup>a</sup>	31,8
Leucina	25,66 <sup>a</sup>	25,96 <sup>a</sup>	23,03 <sup>a</sup>	30,8
Tirosina	6,22 <sup>a</sup>	9,29 <sup>a</sup>	8,14 <sup>a</sup>	23,6
Fenilalanina	8,65 <sup>a</sup>	9,31 <sup>a</sup>	8,58 <sup>a</sup>	23,2
Histidina	3,38 <sup>a</sup>	4,36 <sup>a</sup>	2,93 <sup>a</sup>	28,3
Lisina	12,14 <sup>a</sup>	12,94 <sup>a</sup>	11,93 <sup>a</sup>	30,8
Arginina	8,42 <sup>a</sup>	12,98 <sup>b</sup>	8,45 <sup>a</sup>	23,4
AANE	134,98 <sup>a</sup>	159,16 <sup>a</sup>	129,31 <sup>a</sup>	30,5
Aspartato	21,18 <sup>a</sup>	28,18 <sup>a</sup>	23,26 <sup>a</sup>	29,0
Tirosina	9,20 <sup>a</sup>	12,69 <sup>a</sup>	11,27 <sup>a</sup>	24,0
Serina	11,05 <sup>a</sup>	14,50 <sup>a</sup>	11,30 <sup>a</sup>	29,6
Glutamina	32,19 <sup>a</sup>	39,07 <sup>a</sup>	28,12 <sup>a</sup>	31,6
Prolina	17,71 <sup>a</sup>	14,27 <sup>a</sup>	12,30 <sup>a</sup>	25,7
Glicina	19,43 <sup>a</sup>	25,18 <sup>a</sup>	21,55 <sup>a</sup>	30,2
Alanina	27,22 <sup>a</sup>	28,68 <sup>a</sup>	24,65 <sup>a</sup>	31,0
Total AA	229,58 <sup>a</sup>	268,43 <sup>a</sup>	223,73 <sup>a</sup>	29,5

AAE = aminoácidos essenciais, AANE = aminoácidos não essenciais, Total AA = total de aminoácidos. Médias nas linhas seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Adaptado de Rossi Junior et al. (2007)

#### Desempenho de animais suplementados com diferentes fontes de proteína

Fernandes et al. (2009) realizaram um experimento avaliando o aumento da disponibilidade de proteína metabolizável, mediante a substituição da ureia pelo farelo de soja em níveis crescentes na dieta, diante do desempenho de bovinos jovens com média de 230 kg de peso vivo, não castrados e em regime de confinamento. De acordo com os autores, os resultados para ganho de peso confirmaram as

afirmações do NRC (2000), de que bovinos machos não castrados em crescimento, com peso vivo abaixo de 350 kg e alimentados com dietas ricas em energia contendo apenas ureia como fonte proteica tem seu desempenho limitado por falta de PM. Fernandes et al. (2009) citaram ainda que, na formulação das dietas pelo NRC (2000), o mesmo apontou deficiência de PM nos tratamentos U e FSU, mas não na dieta FS (Tabela 8).

**Tabela 8.** Valores médios, erro-padrão da média (EPM) e níveis de significância (P) do desempenho de bovinos machos não castrados em crescimento confinados e alimentados com dietas contendo teores crescentes de proteína metabolizável

Itens	DIETAS				
	U	FSU	FS	EPM	P
Peso inicial (kg)	243,1	230,4	237,9	9,85	0,67
Peso final (kg)	333,7	342,7	341,7	10,99	0,82
CMS (kg/animal/dia)	7,1	7,5	7,5	0,41	0,24
GPD (kg/animal/dia)	1,14 <sup>b</sup>	1,26 <sup>a</sup>	1,28 <sup>a</sup>	0,05	0,03
CA (kg MS/kg ganho)	6,4	6,0	5,8	0,24	0,12

U = ureia; FSU = farelo de soja + ureia; FS = farelo de soja; CMS = consumo de matéria seca; GPD = ganho de peso médio diário; CA = conversão alimentar; EPM = erro-padrão da média; P = probabilidade. Fonte: Adaptado de Fernandes et al. (2009)

Macitelli et al. (2007) avaliaram o potencial de utilização do resíduo da produção do glutamato

monossódico conhecido como Amiferm como fonte de nitrogênio não-proteico (NNP), comparando-o



com uréia e uma fonte de proteína verdadeira (farelo de soja) (Tabela 9), sobre o desempenho em ganho de peso de machos mestiços Holandês-Zebu com média de 371 kg, recebendo diferentes volumosos.

Os autores concluíram que a ureia e o Amiferm podem substituir o farelo de soja na

terminação de bovinos com mais de 30 meses, sem comprometimento do ganho de peso. Da mesma forma, o uso de Amiferm pode ser uma alternativa à utilização da ureia, dependendo da disponibilidade local e do custo.

**Tabela 9.** Ganho de peso médio diário (kg/dia) dos animais alimentados com diferentes fontes proteicas em quatro períodos experimentais

Fonte nitrogênio	Períodos				Média
	1	2	3	4	
Ureia	1,11 <sup>Aa</sup>	0,94 <sup>Aa</sup>	0,97 <sup>Aa</sup>	0,75 <sup>Aa</sup>	0,94 <sup>a</sup>
Amiferm	0,87 <sup>Aa</sup>	0,92 <sup>Aa</sup>	0,81 <sup>Aa</sup>	0,70 <sup>Aa</sup>	0,83 <sup>a</sup>
Farelo de soja	1,17 <sup>Aa</sup>	0,92 <sup>Aa</sup>	1,02 <sup>Aa</sup>	0,79 <sup>Aa</sup>	0,97 <sup>a</sup>

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna para volumosos e fontes de nitrogênio diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey. CV = 31,07%. Fonte: Adaptado de Macitelli et al. (2007)

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Doses adequadas de PDR e PNDR são essenciais para aumentar o desempenho de bovinos de corte. Quando são utilizadas proporções altas de PDR para animais jovens, abaixo de 350 kg de PV, o seu desempenho torna-se limitado pela falta de um perfil adequado de PM.

É possível substituir a proteína verdadeira pelo nitrogênio não proteico (NNP) em dietas para bovinos de corte acima de 350 kg PV, pois a partir desse peso a velocidade de crescimento dos animais diminui e somente os microrganismos ruminais são capazes de suprir as necessidades de PM pela conversão do NNP em proteína de alto valor biológico. Sabendo disso, pode-se optar por fontes de PDR mais baratas e que vão proporcionar desempenhos satisfatórios e diminuição nos custos.

Para maiores informações sobre exigência proteica, o BR-CORTE (2010) contém recomendações para as diversas categorias animais, obtidas de pesquisas com rebanho brasileiro.

### REFERÊNCIAS

Alves DD. Nutrição Aminoacídica de Bovinos. Revista Brasileira de Agrociências, 10(3): 265-271, 2004.

Azevedo EB, et al. Incorporação de ureia encapsulada em suplementos protéicos fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. Ciência Rural, 38(5): p. 1381-1387, 2008.

Berchielli TT, et al. Técnicas de avaliação de consumo em ruminantes: Estado da arte. In: Rennó EP, Silva LFP. (Eds.) Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes, Pirassununga, 2007, Anais... Pirassununga, 2007. p. 305-341.

Cacareto R. Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para

tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento. 2011. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

Carpenter KJ. A Short History of Nutritional Science: Part 1, Journal of Nutrition, 133: 638–645, 2003.

Clarindo RL, et al. Avaliação de fontes energéticas e protéicas na dieta de bovinos confinados em fase de terminação. Ciência Animal Brasileira, 9(4): 902-910, 2008.

Fernandes JJR, et al. Farelo de soja em substituição à ureia em dietas para bovinos de corte em crescimento. Ciência Animal Brasileira, 10(2): 373-378, 2009.

Fox DG, et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. III. Cattle requirements and diets adequacy. Journal of Animal Science, 70(11): p. 3578-3596, 1992.

Gabarra PR, et al. Fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais para novilhos de corte. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 29(2): 195-202, 2007.

Kozloski GV. Bioquímica dos ruminantes. 2.ed. – Santa Maria: Ed. da UFSM, 2009, 216 p.

Lehninger AL, et al. Princípios de bioquímica. Traduzido por SIMÕES, A. A. e LODI, W. R. N., 3. edição, São Paulo, 2002. Tradução de: Principles of biochemistry. 2002, 998 p.

Macitelli F, et al. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. Revista Brasileira de Zootecnia, 36(6): 1917-1926, 2007.

Marcondes MI, et al. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte. In: Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados BR CORTE, 2ª ed, Viçosa: Sebastião de Campos Valadares Filho, Marcos Inácio Marcondes, Mário Luiz Chizzotti, Pedro Veiga Rodrigues Paulino, 2010, p. 113-133, 2010.

National Research Council- NRC. Nutrient requirements beef cattle. 7 rev. ed. National Academic Press, Washington, D.C.: 2000. 248 p.

Pina DS, et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados BR CORTE, 2ª ed, Viçosa: Sebastião de Campos Valadares Filho, Marcos Inácio Marcondes, Mário Luiz Chizzotti, Pedro Veiga Rodrigues Paulino, 2010, p. 13-46.

Rossi Junior P, et al. Disponibilidade e absorção de aminoácidos em bovinos alimentados com diferentes fontes de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(4): p. 960-967, 2007.

Santos FAP, Mendonça AP. Metabolismo de proteínas. In: *Nutrição de Ruminantes*, 2ª ed, Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandere Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2011, cap 9, p. 265-297, 2011.

Silva FF, et al. Exigências líquidas de aminoácidos para ganho de peso de nelores não castrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2): 765-775, 2002.

Valadares Filho SC, et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em: [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal). Acesso em: 19 março 2015.

Valadares Filho SC. et al. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE. Viçosa:UFV, DZO, 1ªed., 2010, 142p.

Véras RML, et al. Níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(5): 951-960, 2008.

Veras RML. Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana e exigências de proteína para manutenção de bovinos Nelore. 2006. 115 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.