



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS DE SINOP



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO/ CAMPUS DE SINOP
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA

Nutrição Animal: Proteína

Douglas dos Santos Pina



Definição de Proteína:

Polímeros de L- AA's ligados, nas quais o grupo amino de um aminoácido está ligado ao grupo carbonila do AA vizinho, com perda de uma molécula de água em cada ligação peptídica. Os AA's são composto por C, H, O, N e S.

Composição Centesimal da Proteína (%)

C

H

O

N

S

50 - 55

6 - 8

20 - 23

15 - 18

0 - 4



Características e aspectos gerais das proteínas e da nutrição protéica

➔ **Nutriente RARO;**

➔ Todas células sintetizam parte ou totalidade das proteínas que necessitam. Todavia, para haver a síntese protéica é necessária que os aminoácidos estejam presentes em quantidade e proporção adequada ;

➔ Apenas as plantas e a microbiota presente no TGI (principalmente nas câmaras de degradação anaeróbica) são capazes de sintetizar todos os aminoácidos necessários para a síntese protéica a partir de nitrogênio não protéico;

➔ Todas as células contêm proteínas. “A renovação (turnover) celular é rápida em determinados tecidos como as células epiteliais do trato digestivo e alvéolos na glândula mamária. A taxa de renovação celular é uma dos fatores que afetam as exigências nutricionais de proteínas (aminoácidos) e energia;



Características e aspectos gerais das proteínas e da nutrição protéica

- ➔ As exigências de proteínas dietéticas são maiores nos animais jovens em crescimento e reduzem gradualmente com a maturidade;
- ➔ Funções produtivas como a gestação e lactação incrementam as exigências dietéticas de proteína devido ao incremento de “saída” de proteína nos produtos da concepção e do leite, além do incremento na taxa metabólica.
- ➔ Intestino delgado => Exigências de *aminoácidos* vs proteínas intactas



Classificação dos AA's (Pond et al., 2005)

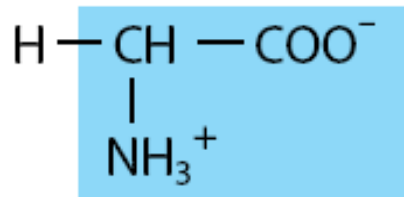
- Alifáticos
- Aromáticos
- Sulfurados
- Heterociclícos
- Ácidos
- Básicos

Essenciais	Não - essenciais
Arginina	Alanina
Histidina	Aspartato
Isoleucina	Cistina
Leucina	Glutamato
Lisina	Glicina
Metionina	Hidroxiprolina
Fenilalanina	Prolina
Treonina	Serina
Triptofano	Tirosina
Valina	

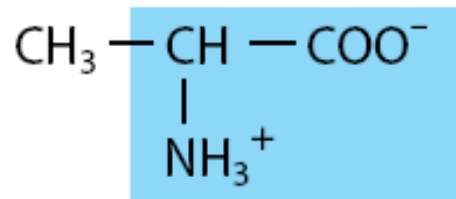


Aminoácidos Alifáticos (Monoamino e carboxílicos)

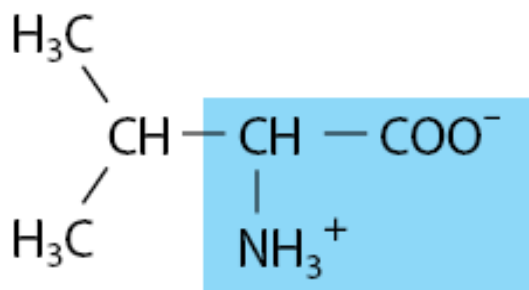
Glicina



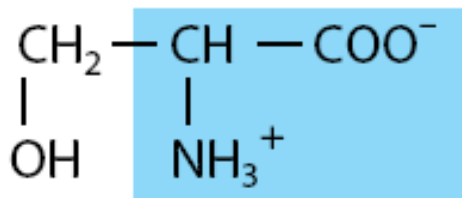
Alanina



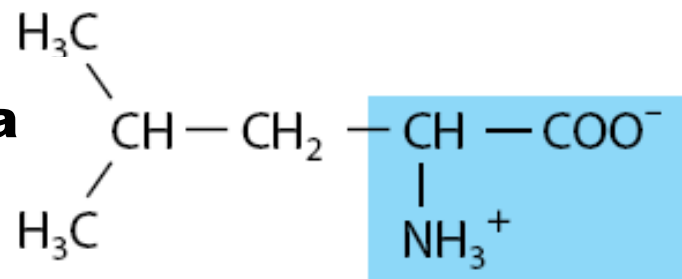
Valina



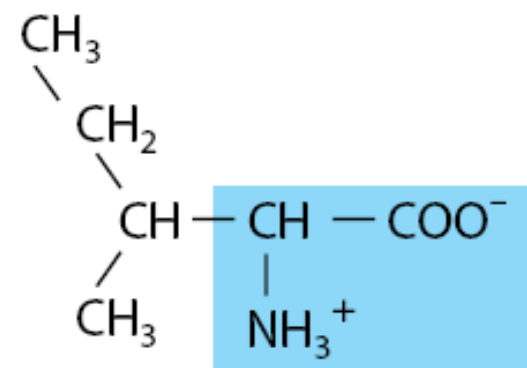
Serina



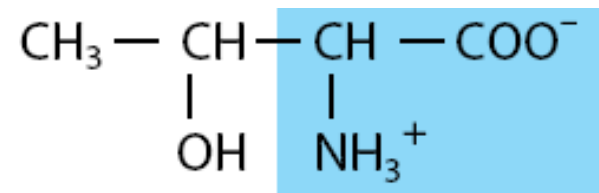
Leucina



Isoleucina



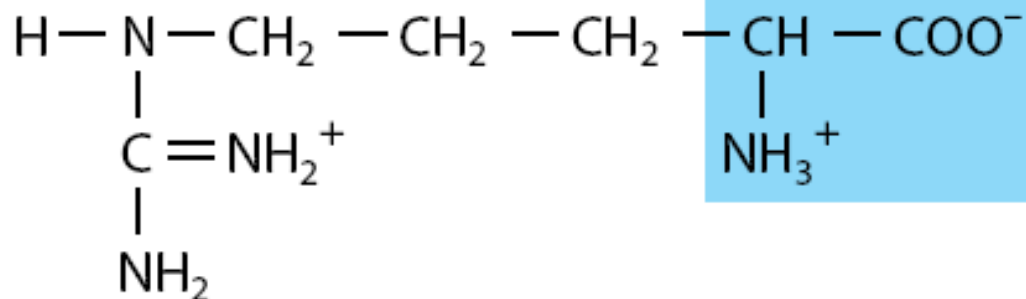
Treonina



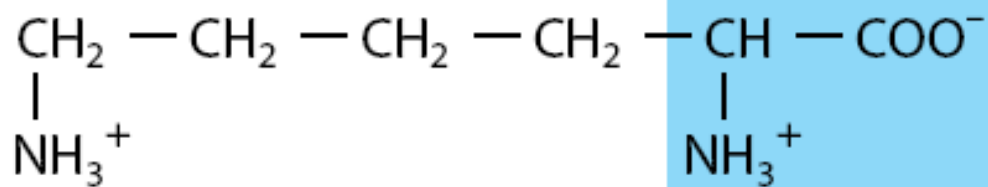


Aminoácidos Básicos

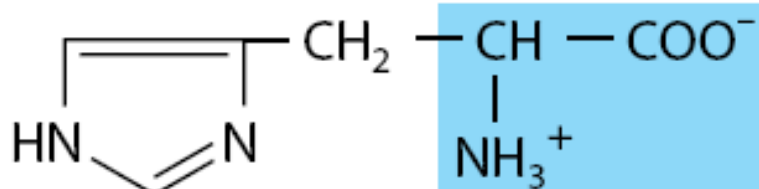
Arginina



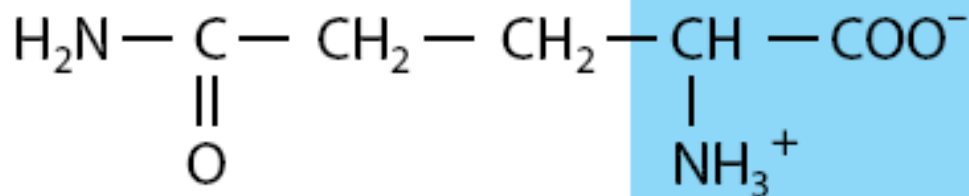
Lisina



Histidina



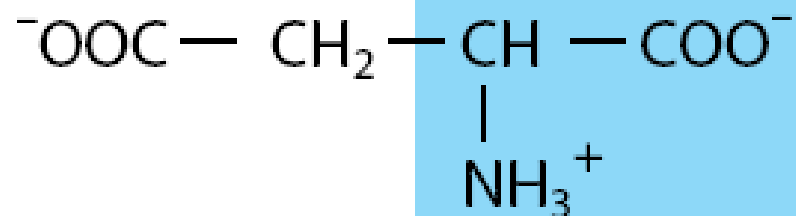
Glutamina



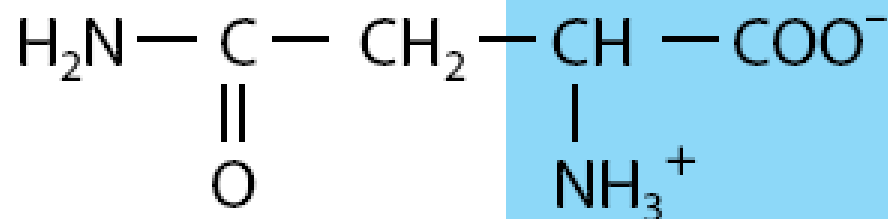


Aminoácidos Ácidos

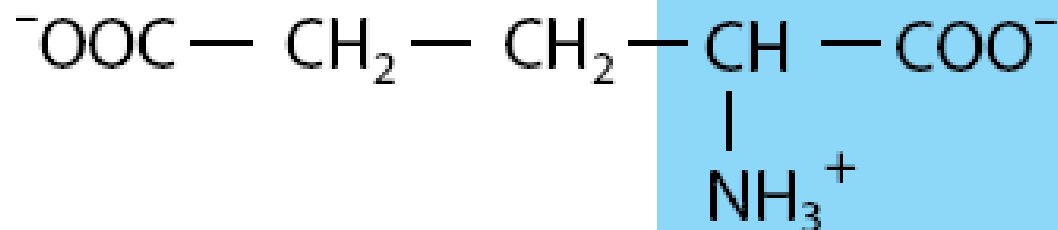
Aspartato



Asparagina



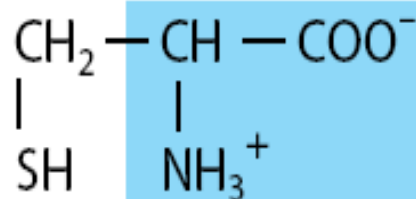
Glutamato



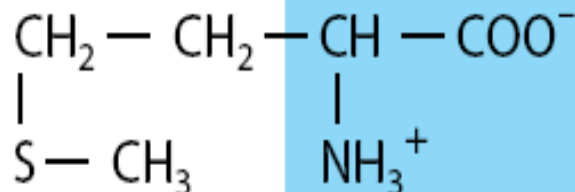


Aminoácidos Sulfurado

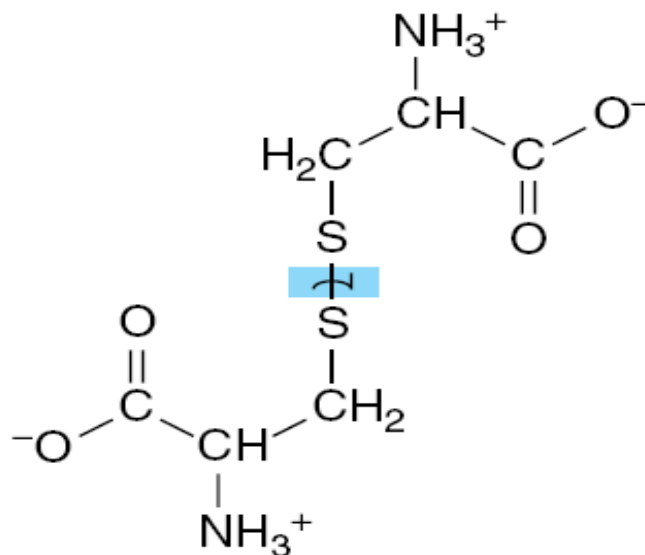
Cisteína



Metionina



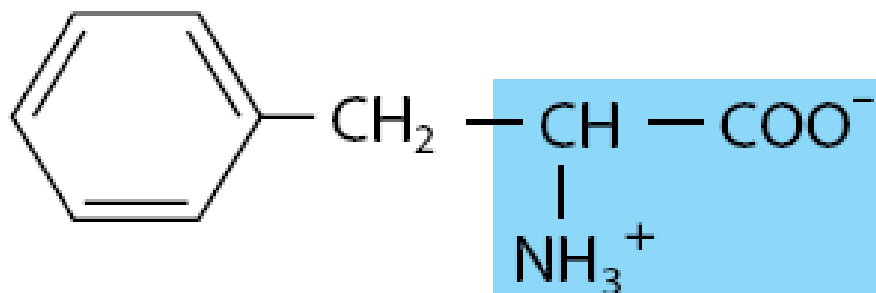
Cistina



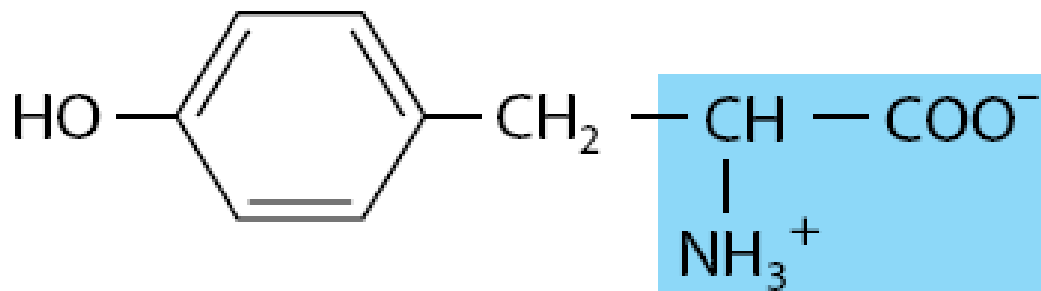


Aminoácidos Aromáticos

Fenilalanina

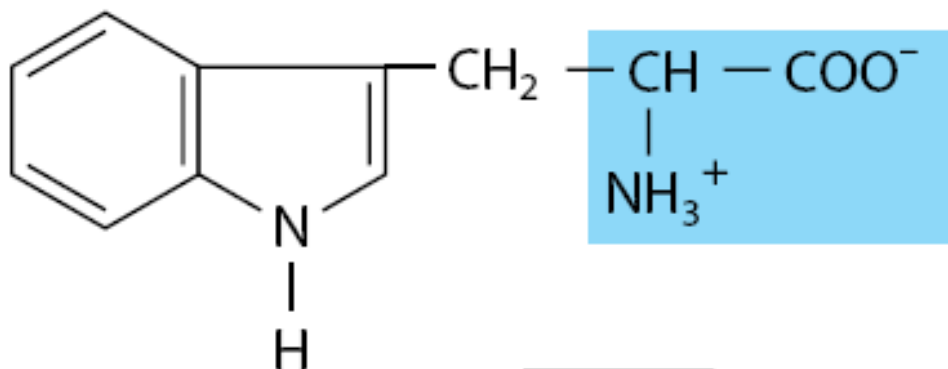


Tirosina

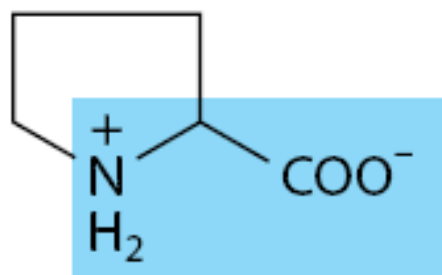




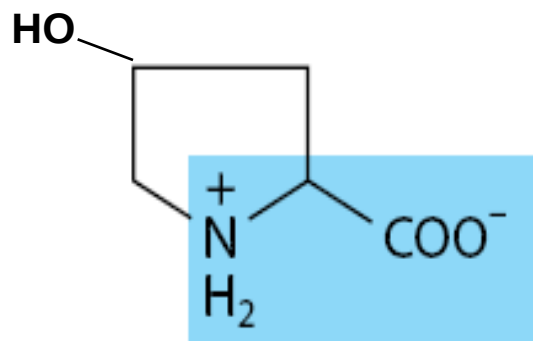
Aminoácidos Heterociclicos



Triptofano



Prolina



Hidroxiprolina



Critério estabelecido por Rose et al. (1948). Comparative growth on diets containing ten and nineteen amino acids, with further observations upon the rôle of glutamic and aspartic acids. Journal of Biological Chemistry, 176:753-762, 1948

Aminoácidos essenciais: não podem ser sintetizados ou não são sintetizados em quantidades suficientes para o crescimento ou manutenção pelo organismo vivo e por isto devem ser adicionados na dieta

Aminoácidos não-essenciais: sintetizados pelos animais em quantidades suficientes para atender suas necessidades a partir dos intermediários do metabolismo ou dos AAs essenciais.

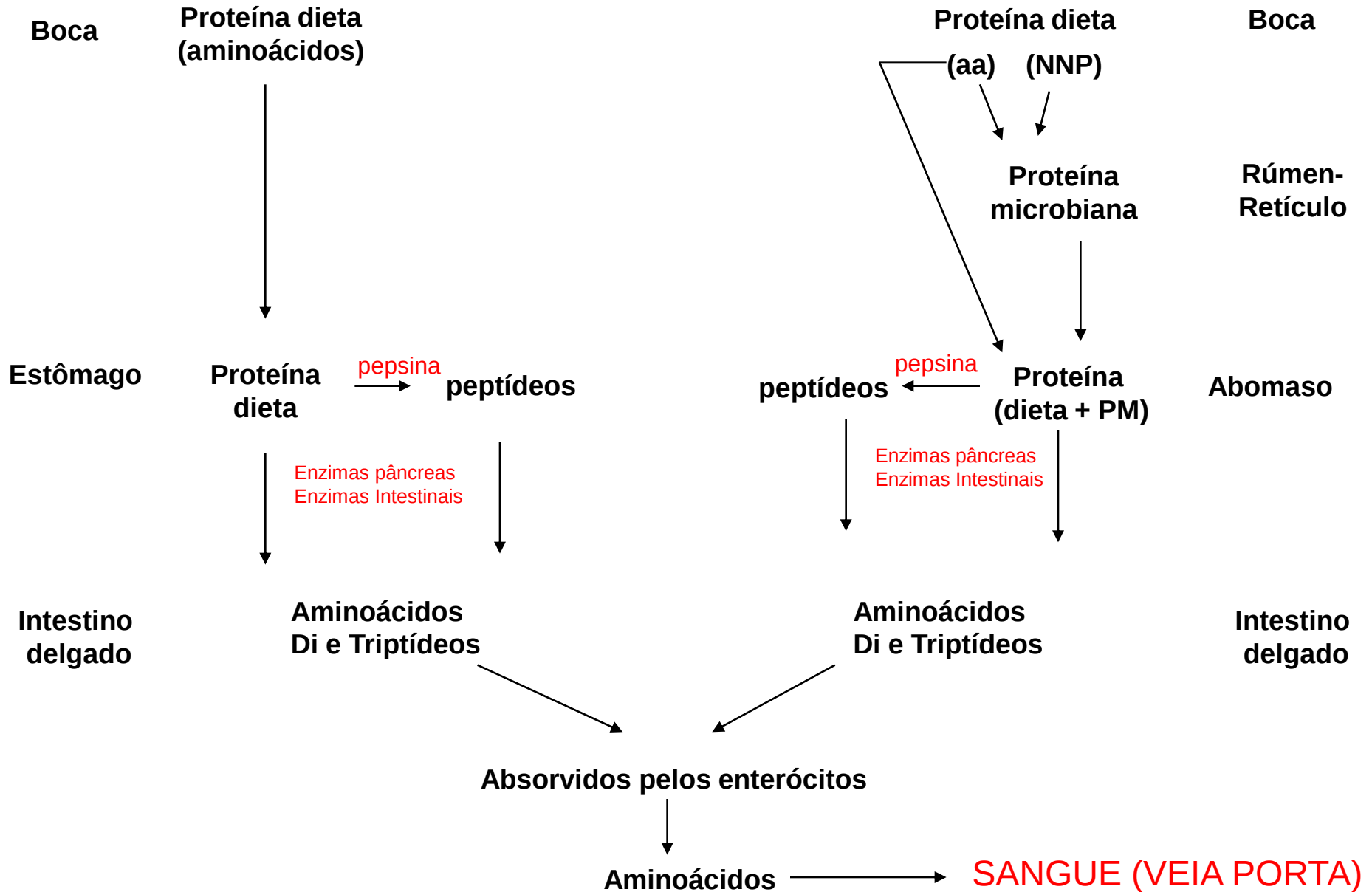
“A definição de essenciais ou não-essenciais não está relacionada com a importância funcional dos AA's, mas apenas as limitações enzimáticas para sua biossíntese”

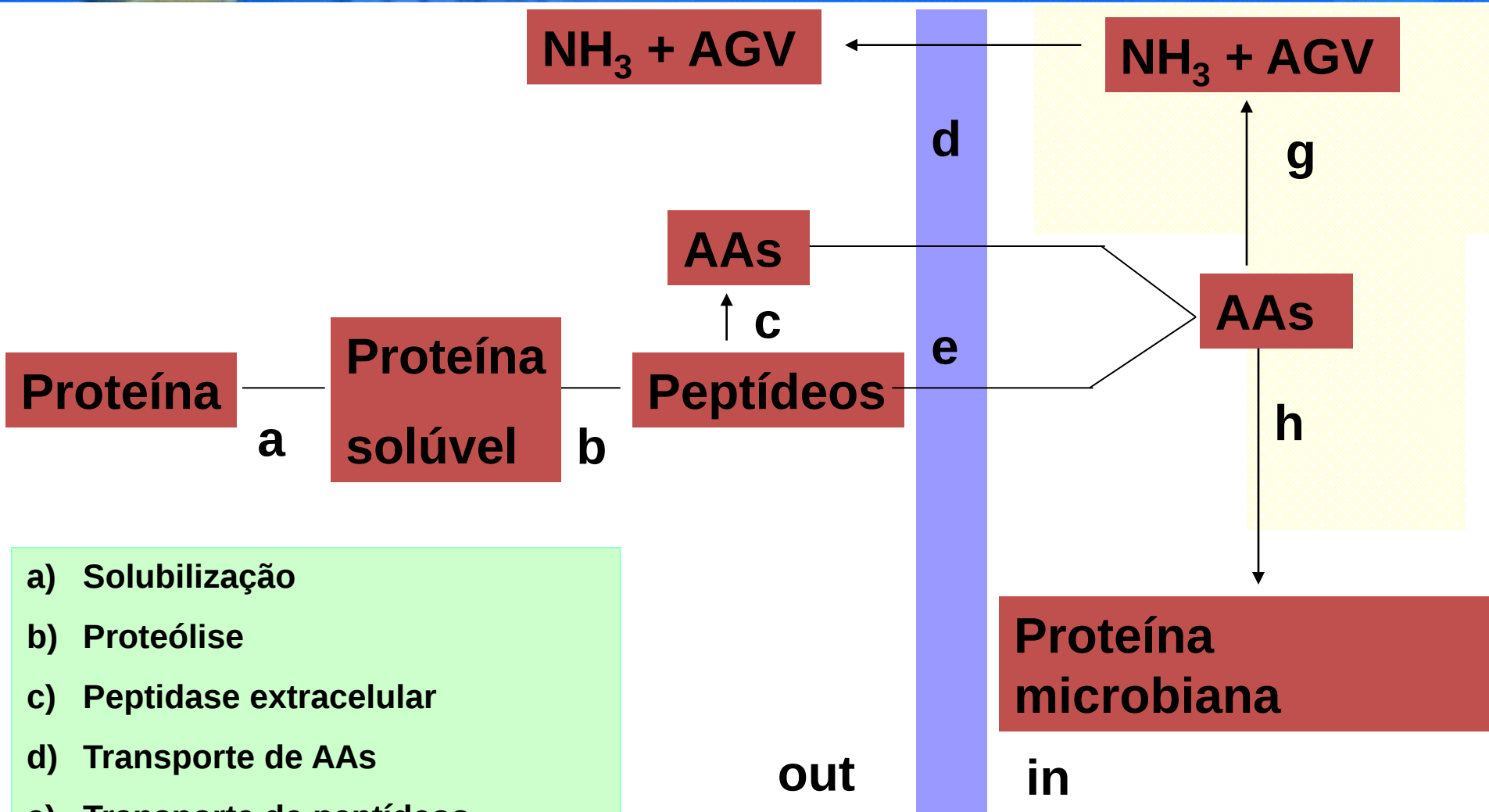
“Metabolicamente, todos os aminoácidos são essenciais, mas nutricionalmente 9 a 12 são essenciais dependendo da categoria animal”



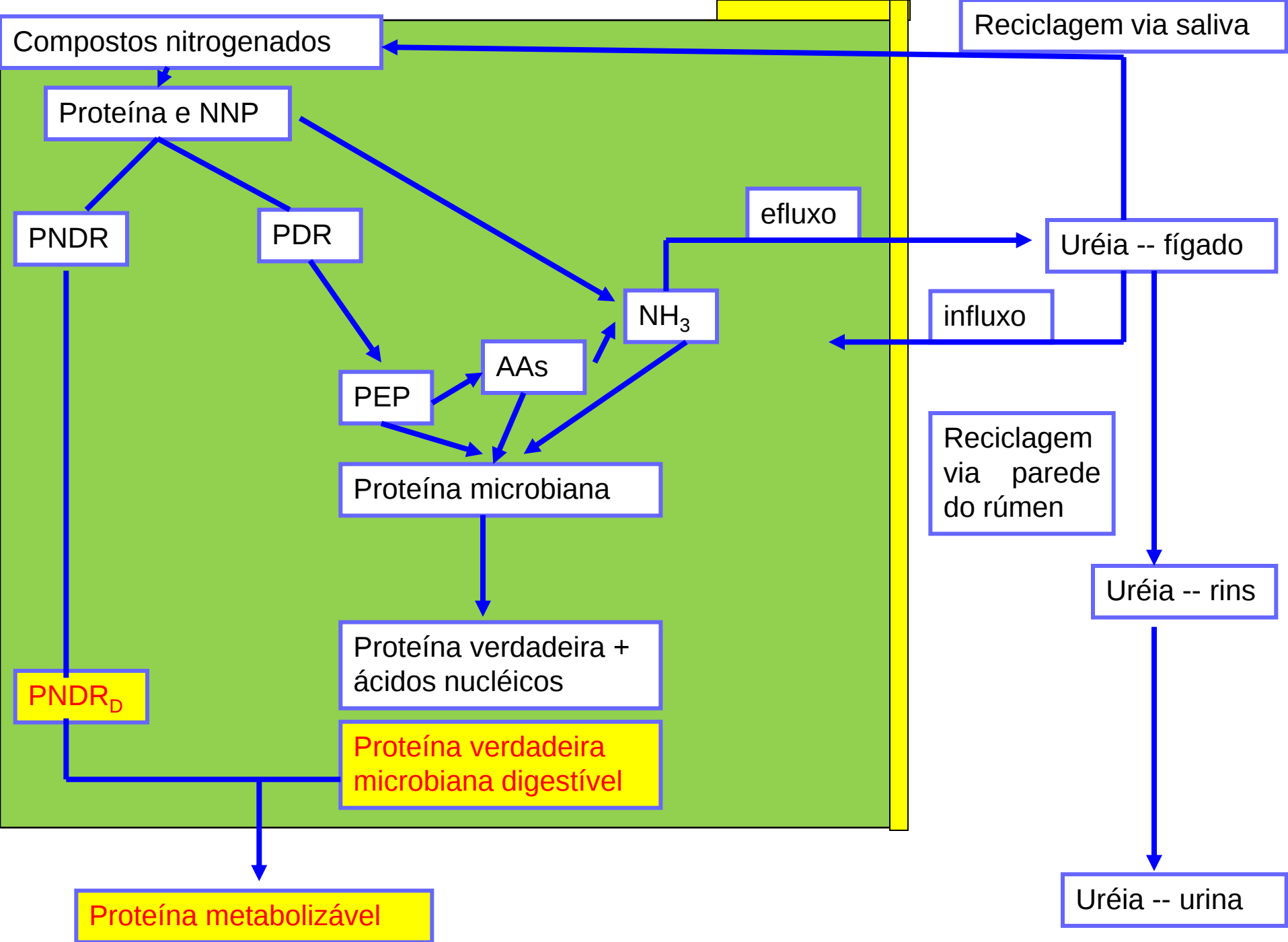
Itens	Lys	Met	Arg	His	Ile	Ieu	Val	Thr	Phe	Trp	%AAE
Tec. Muscular	16,3	5,1	16,8	6,3	7,1	17	10,1	9,9	8,9	2,5	
Leite	16,0	5,5	7,2	5,5	11,4	19,5	13,0	8,9	10,0	3,0	
Bactérias	16,6	5,1	10,4	4,2	11,6	15,9	9,7	11,4	10,1	2,7	40,0
Protozoários	20,6	4,2	9,3	3,6	12,7	15,8	14,1	10,5	10,7	2,8	
Sil. Milho	7,5	4,8	6,4	5,5	10,3	27,8	11,5	10,1	12,0	1,4	
Milho	7,0	5,0	10,8	7,0	8,2	19,1	11,5	8,4	11,3	1,7	42,3
Sorgo	5,6	4,3	9,4	5,8	9,4	30,9	11,8	8,0	12,6	2,2	39,8
Glúten milho	3,8	5,5	6,8	4,7	9,3	36,4	10,7	7,5	13,8	1,5	44,2
Far. Algodão	9,6	3,8	25,4	6,0	7,7	13,9	10,9	7,7	12,2	2,9	43,1
Far. Soja	13,7	3,1	16,3	5,7	10,8	17,0	10,6	8,6	11,0	3,0	47,6
Far. Sangue	15,7	2,1	7,6	11,2	2,1	22,8	15,4	8,1	12,3	2,7	49,4
Far. peixe	17,0	6,3	13,1	5,7	9,3	16,5	11,3	9,5	8,8	2,4	44,8

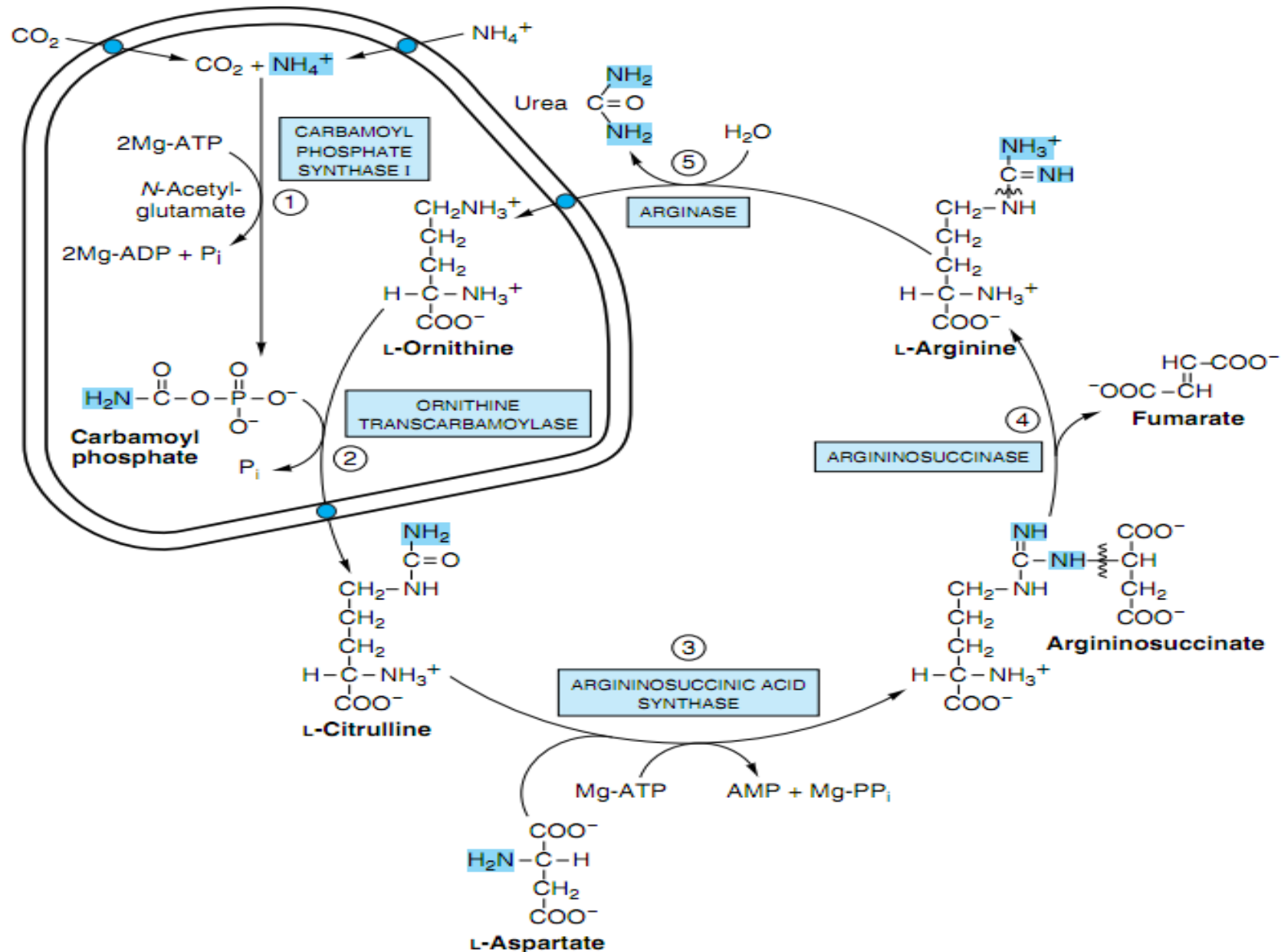
Esquema Geral de Digestão Proteica Não-Ruminantes vs Ruminantes





- a) Solubilização
- b) Proteólise
- c) Peptidase extracelular
- d) Transporte de AAs
- e) Transporte de peptídeos
- f) Peptidase intracelular
- g) Fermentação de aminoácidos
- h) Síntese de PTN microbiana

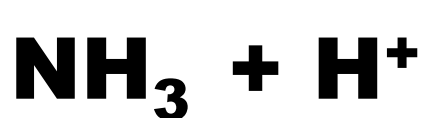






Forma não protonada ou
dissociada

Forma protonada ou
não dissociada



+ absorvida



$$\text{pK}_a \text{ NH}_3 = 9,25$$



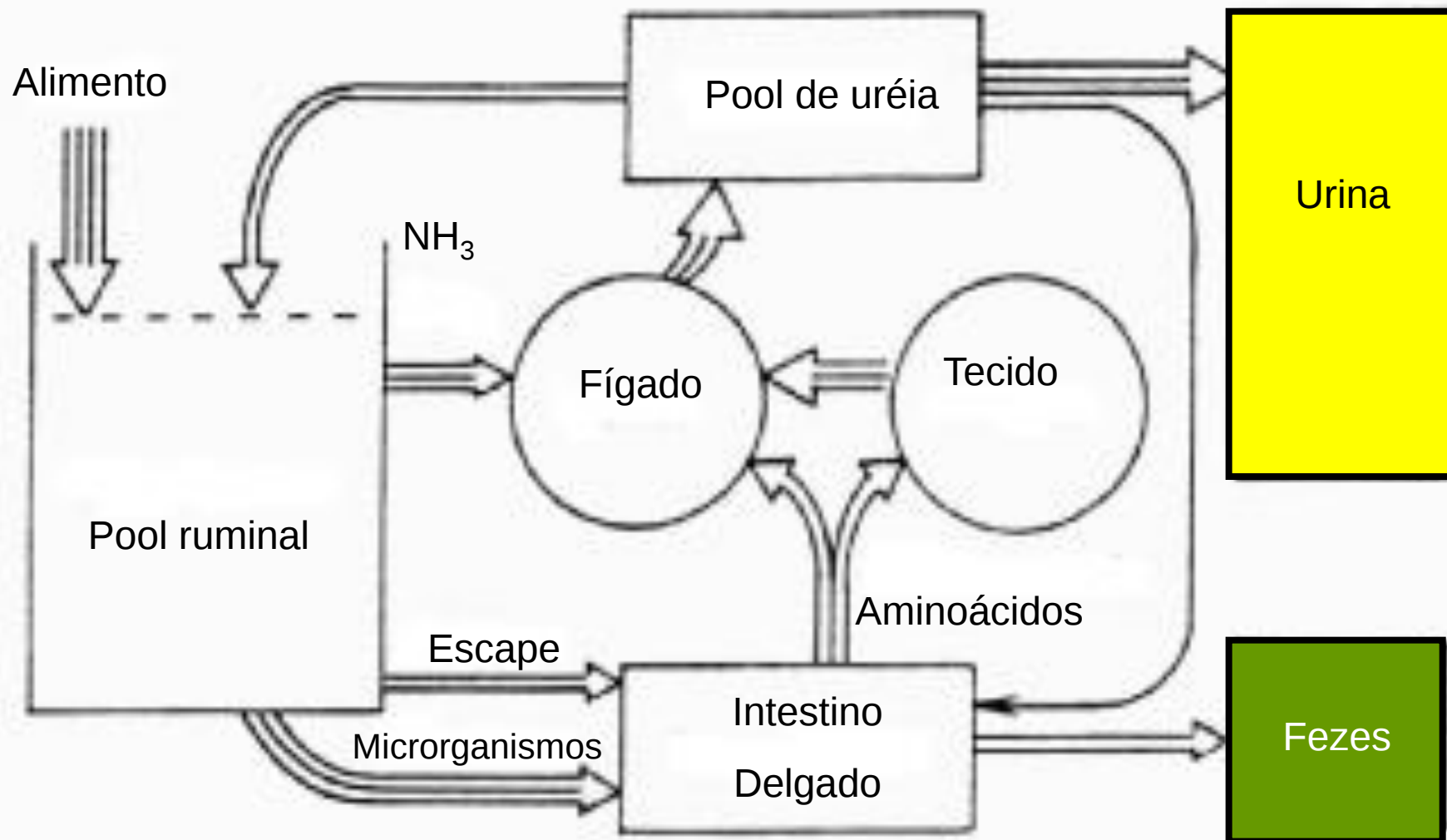
- absorvida

Condições:

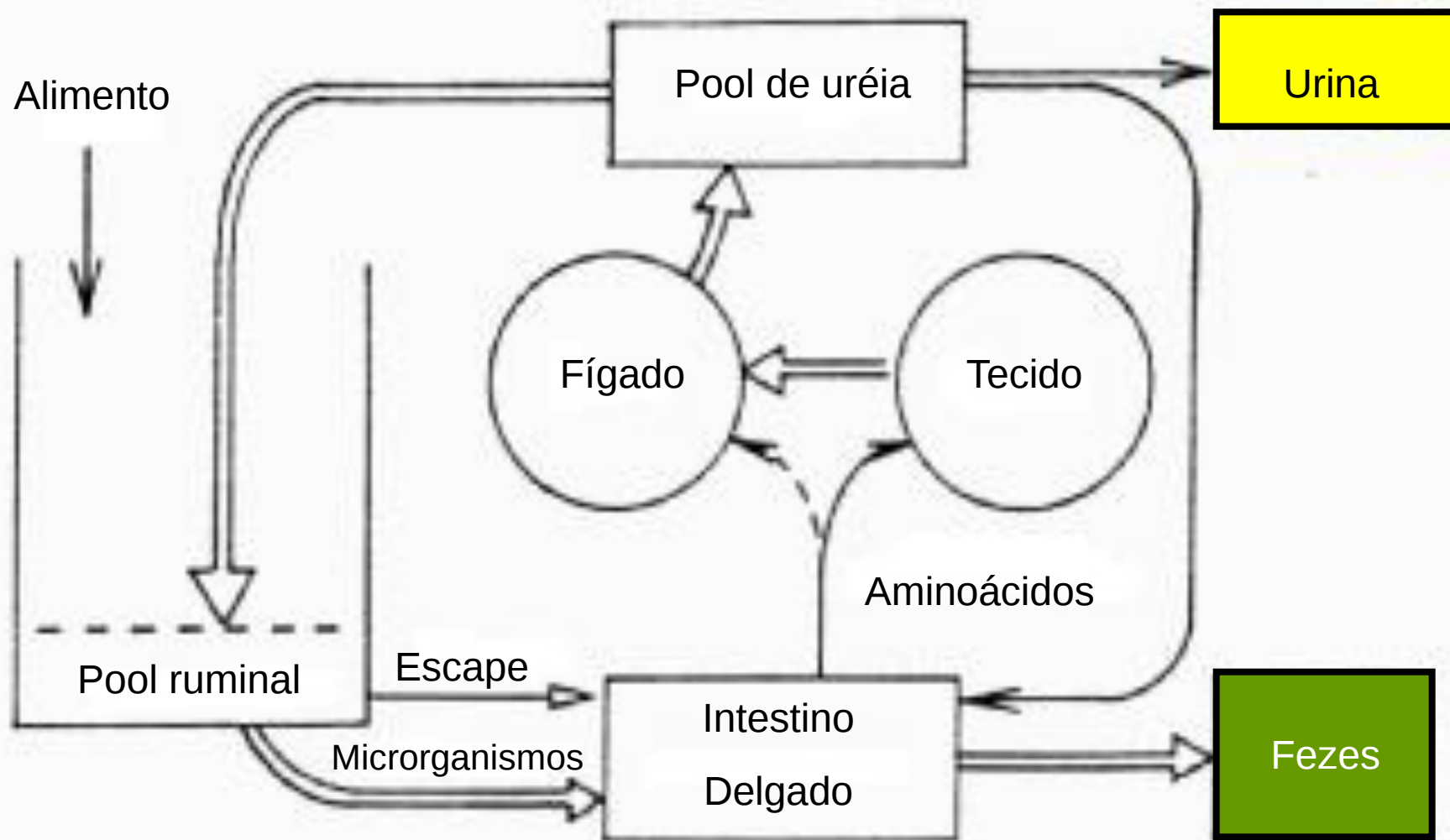
$\text{pH} = \text{pK} \rightarrow 50\% \text{ não-protonada} + 50\% \text{ protonada}$

$\text{pH} > \text{pK} \rightarrow \text{maior parcela não-protonada (impermeável)}$

$\text{pH} < \text{pK} \rightarrow \text{maior parcela protonada (permeável)}$



Alto consumo de N



Baixo consumo de N



Reciclagem de N em Ruminantes

Baixa ingestão de N

- Maior proporção do N metabolizado é reciclado via rúmen ou saliva;
- Pouca excreção urinária de N-uréia;
- Maior eficiência do processo de reciclagem.

Alta ingestão de N

- Maior síntese hepática de uréia;
- Maior excreção urinária de N-uréia;
- Menor eficiência de utilização da uréia reciclada via eptélio ruminal e saliva;

A quantidade de uréia reciclada é relativamente independente da quantidade ingerida, uma vez que [uréia] no sangue está sobre controle homeostático.



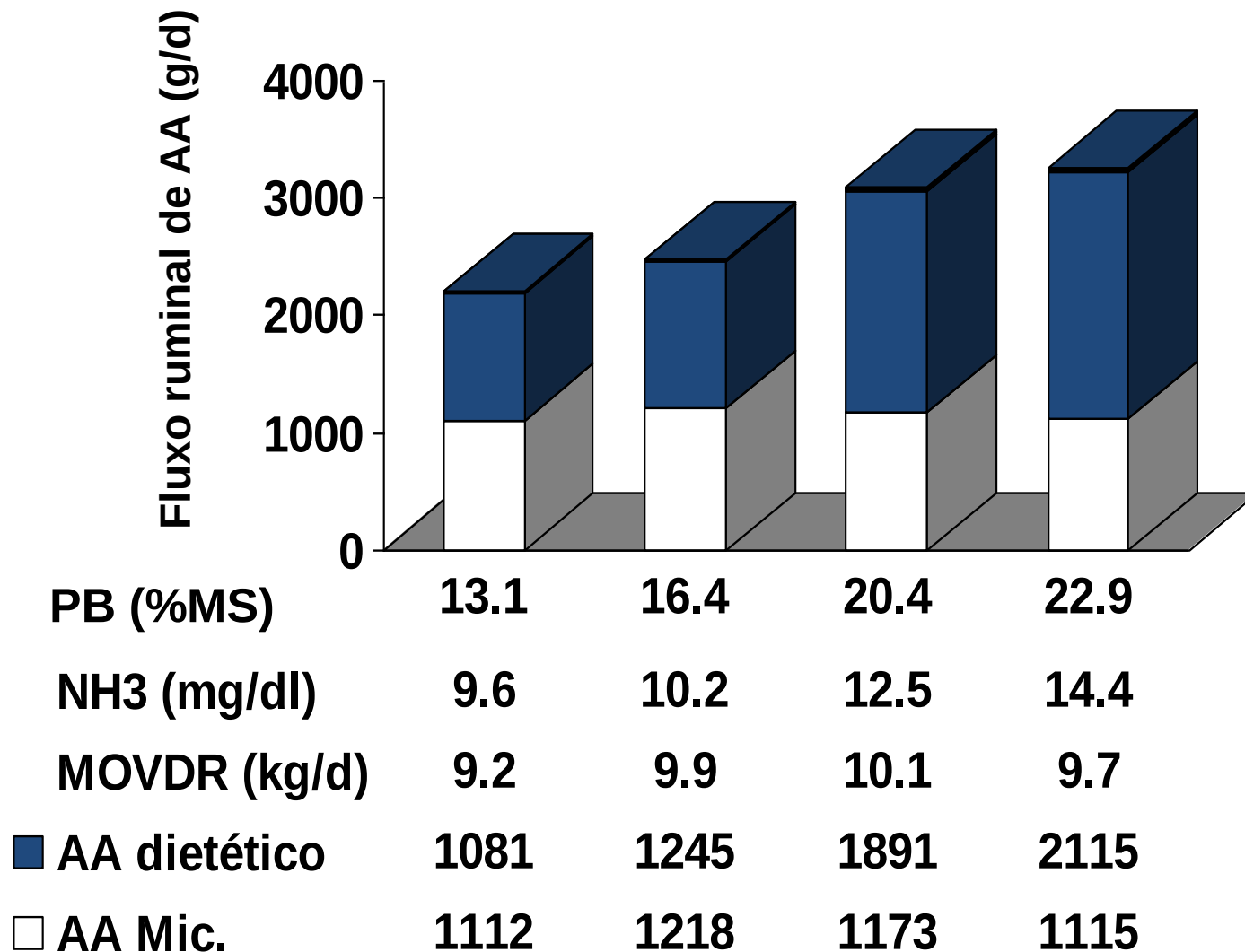
Reciclagem de N em diferentes espécies

Animal	Frações Nitrogenadas, g/dia				Reciclagem (%)
	Ingestão N	N digestível/ E.U. N-uréia	Síntese de N-uréia	N-uréia no TGI	
Vacas (V)	450	301	262	171	67
Novilhos	64	33,1	35,4	28,1	79
Carneiros	17,1	11,5	16,3	9,9	61
Humanos	10,3	-	11,3	4,4	39
Gatos	1,7	1,5	1,1	0,2	15
V s/ uréia	447	116	467	352	79
V c/ uréia	573	263	667	415	72

Adaptado de Lapierre & Lobley, 2001 (Journal of Dairy Science)



Fluxo intestinal de frações da PB





Importância da degradação ruminal da proteína

- Fornece substrato para as bactérias fibrolíticas (NH_3 e AGCR), bem como 1/3 dos compostos nitrogenados necessário às bactérias fermentadoras de CHO não-estruturais;
- Síntese de proteína microbiana (principal fonte de aminoácidos essenciais absorvido no ID para ruminantes);



Características da proteína microbiana sintetizada no rúmen (PBMic)

- Alto teor de proteína bruta: 50 a 60% de proteína bruta (base da MS)
- 80% da PB é proteína verdadeira, com cerca de 80 a 85% de digestibilidade intestinal
- Excelente perfil de aminoácidos
- Composição e qualidade relativamente constante (independe da proteína da dieta)
- Conversão da PDR em Proteína microbiana → 85% (média)



Fatores que afetam a degradação ruminal da proteína

- a) Fonte de alimento:** uréia (100%); farelo de soja (60-65% da PB); milho (40%). Farinha de peixe (30%);
- b) Processamento do alimento (físico ou químico):** moagem (aumenta); tratamento alcalino e térmico (reduz);
- c) Taxa de passagem ruminal:** maior taxa de passagem → menor degradação
- d) Nível de concentrado:** maior nível de concentrado → aumenta a taxa de passagem e reduz pH ruminal → reduz a degradação ruminal



Análise de Alimentos P/ Animais:

Método do CNCPS

A

CNNP

B1

Proteína solúvel (TBF)

B2

PB – (A + B1 + B3 + C)

B3

PIDIN-PIDA

C

PIDA

Proteínas



Método do CNCPS p/ Partição de PB

Proteína bruta total nos alimentos

PB solúvel em TBF

PB insolúvel em TBF

NNP

B₁

B₂

B₃

PIDA

PIDIN



Avaliação in situ da PB dos alimentos

Padronização do método

- Porosidade do náilon $\rightarrow 40 - 60 \mu\text{m}$
- Tamanho de partícula concentrado $\rightarrow 2 \text{ mm}$
volumoso $\rightarrow 5 \text{ mm}$
- Peso da amostra / área $\rightarrow 10 - 20 \text{ mg} / \text{cm}^2$
- Tamanho dos sacos bovinos $\rightarrow 8 \times 15 \text{ cm}$
ovinos $\rightarrow 3 \times 5 \text{ cm}$
sacos móveis $\rightarrow 3 \times 5 \text{ ou } 3 \times 7 \text{ cm}$
- Formato: retângulo, quadrado, hexágono, círculo





Avaliação in situ da PB dos alimentos

$$\text{Deg}_{\text{pot}} = a + b.(1 - e^{-ct})$$

Dg = % de degradação

a = fração solúvel em água

b = fração insolúvel em água, potencialmente degradável

c = taxa de degradação da fração b

t = tempo de incubação

$$\text{DE}_{\text{eft}} = a + b.c / (c + k_p)$$

$k_p = 2\%$ → animais em manutenção

$k_p = 5\%$ → ganho de peso e produção de leite < 15 kg

$k_p = 8\%$ → produção de leite > 15 kg





Avaliação in situ da PB dos alimentos

Ex: alimento X $\rightarrow$ PB = 50%

$$a = 30 \quad b = 68 \quad c = 0,02$$

$$DE = 30 + 68 \times 0,02$$

$$0,02 + 0,05 \rightarrow 49,4\% \text{ para } k = 5\%$$

$$DE \rightarrow k = 2\%$$

$$DE = 64$$

$$k = 5\%$$

$$49,4$$

$$k = 8\%$$

$$43,6$$



Degradabilidade efetiva depende, e é inversamente relacionada com a taxa de passagem dos alimentos



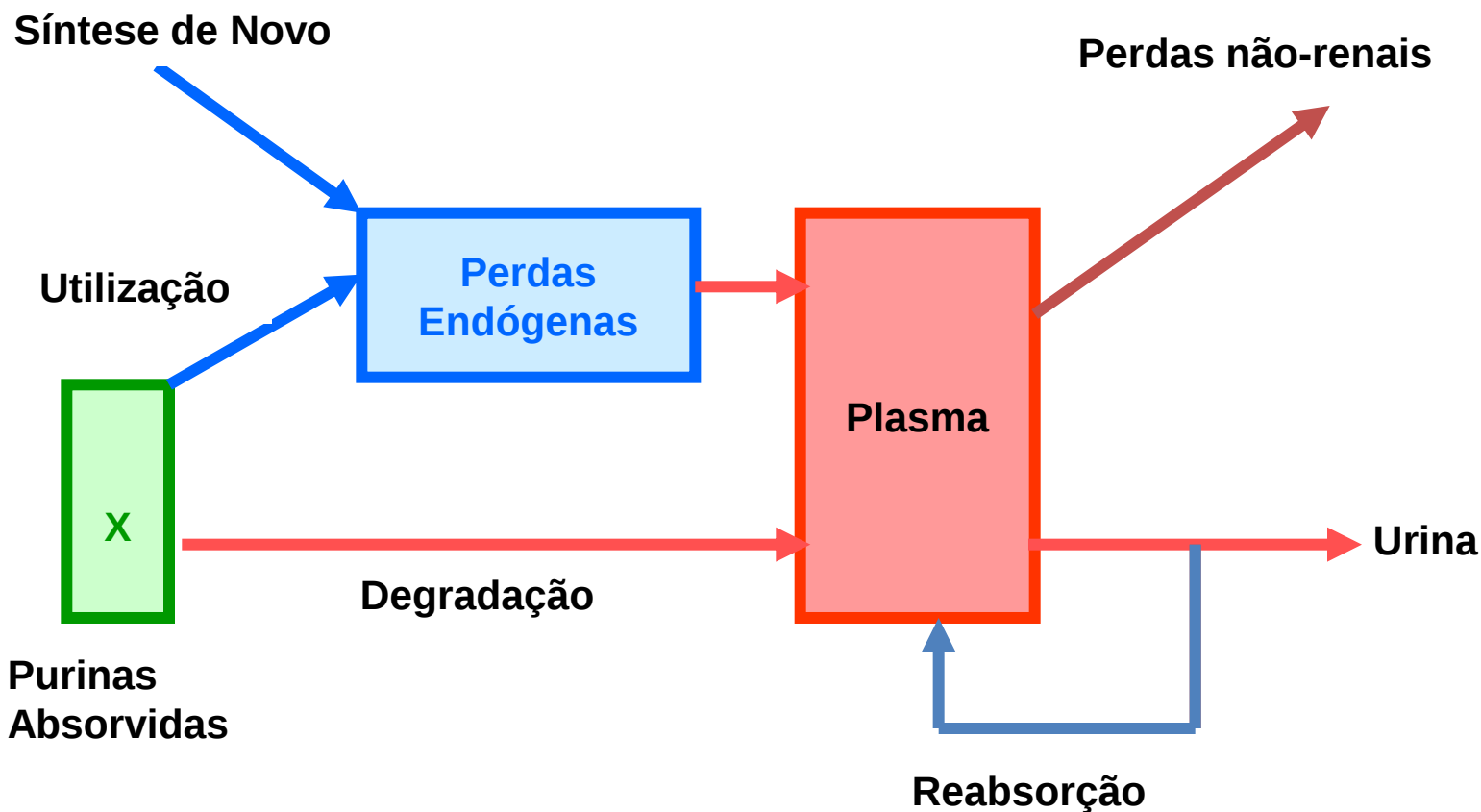
Avaliação *in situ* da PB dos alimentos

Itens	Alimentos					
	Und.	C. Elefante	F.Algodão	F. Soja	F. Trigo	S. Milho
MS	%	28,9	89,99	88,62	87,66	30,6
PB	%	5,44	36,78	47,9	16,66	6,79
PB a	%	25,3	35,87	19,77	40,73	63,56
PB b	%	68,0	57,67	78,34	54,38	31,72
PB Kd	(%/h)	1,00	6,52	9,82	14,4	3,54



Predição da síntese ruminal de PBMic

- Uso dos derivados de purina (DP) na urina como indicador para estimar a síntese microbiana no rúmen (Blaxter & Martin, 1962);
- Chen et al. (1990 – 2000);
- Valadares & Valadares Filho et al (1997 – 2010);
- Firkins et al.(2006);
- Moorby et al. (2006);
- Tas & Susenbeth (2007).



Modelo para a determinação da relação quantitativa entre absorção e excreção de derivados de purinas. Adaptado de Chen & Ørskov (2003).



Figura 1. Representação esquemática do princípio do método Adaptado de Chen & Gomes (1992)



Excreção Urinária Endógena de DP

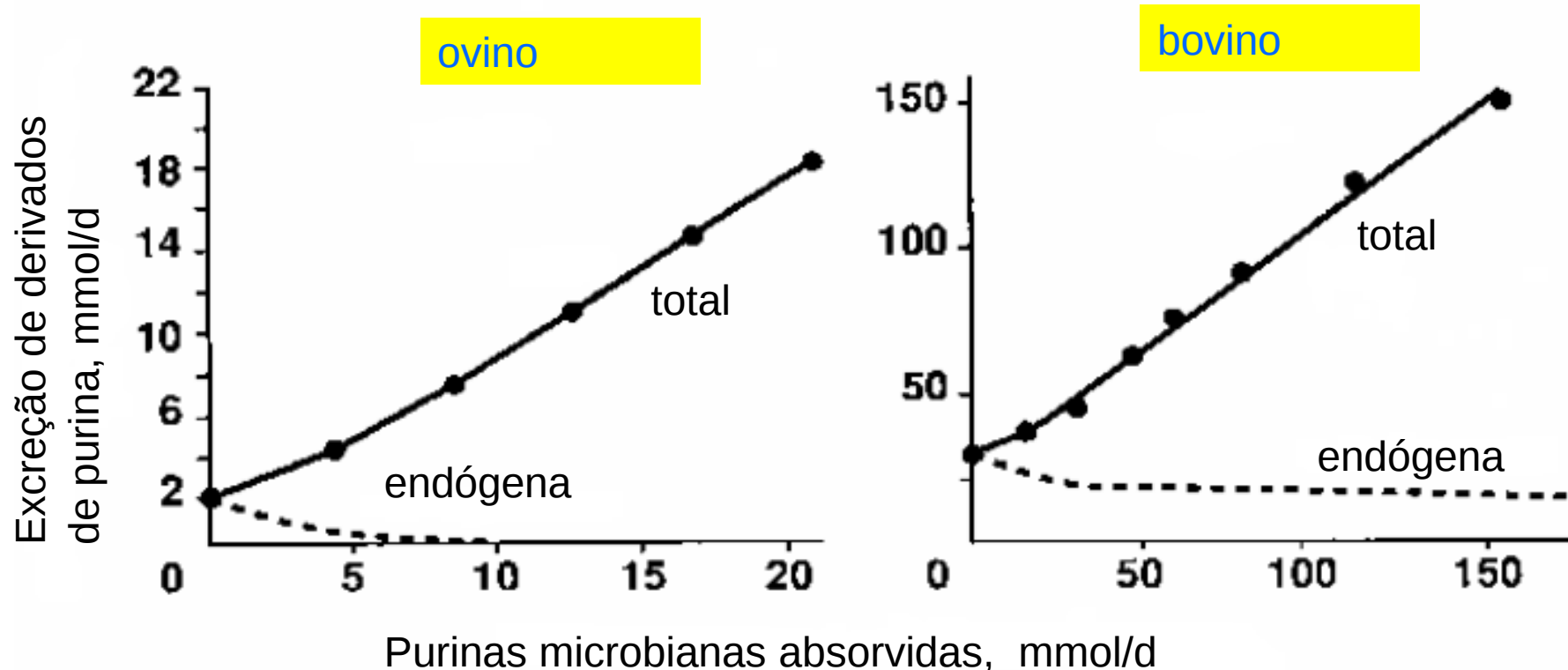


Figura 2. Excreção urinária de derivados de purina em ovinos e bovinos em relação a quantidade de purina absorvida (Chen et al., 1990 e Verbic et al., 1990)



Utilização da Excreção Urinária de DP para Calcular o Suprimento de Proteína Microbiana

- **$Y = 0,84X + 0,150 * PV^{0,75} * e^{0,25 * X}$ (ovinos)**
- **$Y = 0,85X + 0,385 * PV^{0,75}$ (Taurinos)**
- **$Y = 0,80X + 0,301 * PV^{0,75}$ (Nelores)**

Y= Derivados de Purinas na Urina (mmol/dia)

X= Purinas Absorvidas (mmol/ dia)



Utilização da Excreção Urinária de DP para Calcular o Suprimento de PBMic

Quantidade de N microbiano produzido (g de N/dia)

$$N_{mic}(gN / dia) = \frac{X (mmol / dia) * 70}{0,116 * 0,83 * 1000}$$

$$N_{mic} = 70 * X / 0,93 * 1.000 * 0,137 \text{ (Nelores)}$$

Onde:

70 = conteúdo de nitrogênio nas purinas (70 mg de N / mmol de purinas).

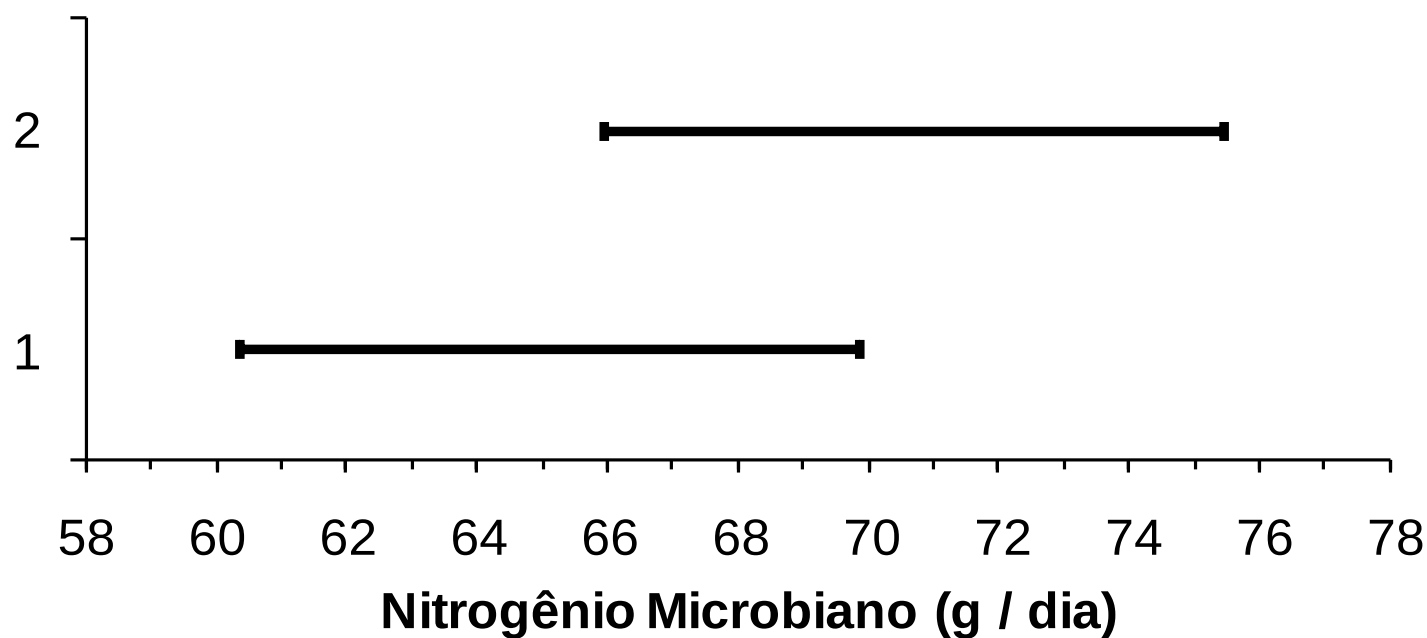
0,116; 0,137 = a relação N purinas : N total nos microrganismos mistos.

0,83; 0,93 = digestibilidade intestinal das purinas microbianas.



Predição da síntese ruminal de PBMic

1 estimado - 2 obtidos



Intervalo de confiança (95%) estimado para as observações do fluxo de nitrogênio microbiano estimados utilizando a excreção urinária de DP (1) e obtidos pelas bases purinas no abomaso (Rennó, 1999). Valores obtidos com bovinos machos, provenientes de 106 observações.