

IMÓDULO I: CARACTERIZAÇÃO DA PISCICULTURA

CONCEITOS SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES



Giovanni R. de Oliveira

Pesquisador EPAMIG

giovanni@epamig.br

TIPOS DE NUTRIENTES

ENERGIA

- ✓ Essencial para todas as fases de vida
- ✓ é expressa em calorías (x calor $\rightarrow > 1,0^{\circ}\text{C}$ 1g de água)
- ✓ Padronização na alimentação é baseada em energia
- ✓ Energia bruta (EB) = energia liberada pela completa oxidação de um determinado alimento
- ✓ Energia digestível (ED) = energia que foi ingerida e não foi recuperada nas fezes

$$ED = EB - E_{\text{fezes}}$$

ENERGIA

- ✓ Energia metabolizável (EM) representa a perda de energia proveniente de urina e brânquias

$$EM = ED - (E_{urina} + E_{brânquias})$$

- ✓ Energia líquida (EL) é aquela utilizada para produção animal

$$EL = EM - E_{IC}$$

Sendo IC = incremento calórico (produção de calor dos alimentos pelos Processos de digestão e absorção)

ENERGIA

- ✓ Excesso de Energia → acúmulo excessivo de gordura corporal
- ✓ Deficiência de Energia → afeta o consumo de outros nutrientes (**ajustamento**) e o próprio crescimento.

ENERGIA

- ✓ sua exigência é em função do teor de proteína da ração

10 Kcal ED/g de proteína

- ✓ Fontes de energia em ração comercial: carboidratos e lipídeos
(proteína \Rightarrow manejo alimentar inadequado)

TIPOS DE NUTRIENTES

CARBOIDRATOS

- ✓ grupo de alimentos inclui açúcares, amido, gomas, substâncias correlatas e glicogênio (origem animal)
- ✓ Principais funções:
 - fonte de energia: metabolismo em peixes carnívoros é contraditório
 - precursor de alguns aas não essenciais e de ácidos nucleicos
 - melhora a peletização e extrusão da ração
- ✓ amido de milho como principal fonte em rações comerciais

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

- ✓ FIBRA é um carboidrato formado por polissacarídeos não amiláceos (PNA)
- ✓ na maioria das vezes os peixes não apresentam enzimas endógenas ou microorganismos capazes de degradar celulose*
- ✓ altos níveis de fibra reduzem a digestibilidade dos alimentos.

- ✓ Por analogia e considerando hábito alimentar, recomenda-se:
 - carnívoros: até 4%
 - onívoros: até 8%
 - herbívoros: até 15%

TIPOS DE NUTRIENTES

LIPÍDEOS

- ✓ incluem-se nesse grupo, gorduras, óleos, gomas, fosfolipídeos, colesterol e alguns hormônios
- ✓ Principais funções:
 - principal fonte de energia para peixes carnívoros (poupador de PB)
 - carreador de vitaminas lipossolúveis
 - favorece o flavor e a textura da ração (facilita extrusão)
 - precursor de fosfolipídeos (membrana celular)
 - fonte de ácidos graxos essenciais

TIPOS DE NUTRIENTES

PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS

- ✓ Polímero de aminoácidos → valor biológico → aas essenciais
- ✓ Principais funções:
 - formação de tecidos
 - manutenção dos tecidos
 - formação de hormônios, enzimas, anticorpos e outros
 - transporte de minerais
 - fonte de energia para peixes carnívoros

TIPOS DE NUTRIENTES

VITAMINAS

Classificam-se em:

- **Lipossolúveis (A; D; E; K)**
- **Hidrossolúveis**

TIPOS DE NUTRIENTES

MINERAIS

Classificam-se em:

- **Estruturais:** formação óssea, dentes e escamas (Ca, P, Mg)
- **Respiratória:** função e formação da hemoglobina (Fe, Cu, Co)
- **Metabolismo geral:** funções celulares do corpo (grande parte)

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM PEIXES

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 1. Exigência quantitativa de proteína de algumas espécies de peixes

Espécie ⁽¹⁾	Exigência (PB%)	Temperatura (°C)	Nome vulgar
<i>Oreochromis niloticus</i>	30,0	-	tilápia do Nilo ⁽³⁾
<i>Tilapia zillii</i>	35,0 a 40,0	20,0 a 25,0	tilápia
<i>Ictalurus punctatus</i>	24,0	-	bagre do canal
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	40,0 a 45,0	9,0 a 12,5	truta arco-íris
<i>Oncorhynchus nerka</i>	38,0	10,0	salmão
<i>Cyprinus carpio</i>	38,0	23,0	carpa comum
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	41,0 a 43,0	22,0 a 23,0	carpa capim
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	26,0	-	pacu ⁽²⁾
<i>Colossoma macropomum</i>	17,0 a 30,0	-	tambaqui
<i>Brycon sp</i>	35,6	-	matrinxã

Fonte: ¹ Larios Saldanha e Moncayo Lopez (1988); ² Carneiro et al. (1990); ³ Wilson (1989)

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 2. Exigência de aminoácidos essenciais para várias espécies de peixe

Espécie (1)	Arg	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Tre	Trp	Val
bagre canal	1,03	0,37	0,62	0,84	1,50	0,56 ^a	1,20 ^c	0,53	0,12	0,71
truta	1,40	0,64	0,96	1,76	2,12	1,08 ^b	1,24 ^c	1,36	0,20	1,24
salmão	2,40	0,70	0,90	1,60	2,00	1,60 ^b	2,10 ^d	0,90	0,20	1,30
carpa	1,60	0,80	0,90	1,30	2,20	1,20 ^a	2,50 ^c	1,50	0,30	1,40
tilápia	1,18	0,48	0,87	0,95	1,43	0,90 ^b	1,05 ³	1,05	1,05	0,78
tilápia (5)	1,20	0,41	0,88	1,51	1,52	0,68 ^b	0,72	0,89	0,17	0,92
pacu (2)	0,75	0,33	0,56	1,03	1,40	0,69 ^b	-	0,53	-	0,64
aves (4)	1,23	0,45	0,84	1,56	1,12	0,51	0,78	0,73	0,21	0,93

Para cada espécie, os aminoácidos são expressos como g/100g da dieta seca; a = sem cistina; b = metionina + cistina; c = sem tirosina; d = fenilalanina + tirosina; ¹Gill e Weatherley (1987); ²Tacon (1987); ³NRC (1993); ⁴AEC (1987); ⁵Furuya et al. (2001)

Fonte: Palestra: Exigências Nutricionais e Saúde de Peixes – AveSui 2006
II Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca Aqüicultura
Margarida M. Barros; Luiz E. Pezzato; Dario R. Falcon; Igo G. Guimarães

Tabela 3 - Composição de AAE dos principais ingredientes protéicos utilizados em rações para peixes e exigência em AAE da tilápia do Nilo (% proteína da dieta)

AAE	FP	%	FS	%	FCO	%	FAV	%	Exig *
Lys	6,77	+30,00	6,22	+20,00	5,34	+4,00	5,10	-4,00	5,12
Arg	5,72	+40,00	7,53	+80,00	6,74	+60,00	6,77	+60,00	4,20
His	2,92	+70,00	2,64	+50,00	1,92	+12,00	1,82	+6,00	1,72
Ile	4,08	+30,00	4,51	+45,00	2,86	-9,00	3,83	+20,00	3,11
Leu	6,32	+90,00	7,76	+30,00	6,00	+80,00	6,85	+100,00	3,39
Met + cis	3,23	+1,00	2,82	-15,00	2,30	-40,00	3,23	+6,00	3,27
Phe + Tir	6,40	+15,00	8,42	+50,00	5,58	+1,00	6,62	+20,00	5,54
Tre	3,85	+3,00	3,96	+5,00	3,30	-14,00	1,57	-140,00	3,75
Trp	0,95	-5,00	1,42	+40,00	0,60	-70,00	0,77	-30,00	1,00
Val	4,62	+60,00	4,49	+60,00	4,90	+75,00	4,77	+70,00	2,80

Fonte: Furuya (2000); * Santiago e Lovell (1988)

Fonte: Palestra: Exigências Nutricionais e Saúde de Peixes – AveSui 2006
 II Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca Aqüicultura
 Margarida M. Barros; Luiz E. Pezzato; Dario R. Falcon; Igo G. Guimarães

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 4 - Exigências de ácidos graxos essenciais nos peixes

Espécie	Ácido graxo	Exigência (%)	Nome vulgar
<i>Oreochromis niloticus</i>	18:2 W ₆	0,5	tilápia do Nilo
<i>Tilapia zilli</i>	18:2 W ₆	1,0	tilápia
<i>Cyprinus carpio</i>	18:2 W ₆	1,0	carpa comum
	18:3 W ₃	1,0	
<i>Ictalurus punctatus</i>	18:3 W ₃	1,0 – 2,0	bagre canal
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	18:3 W ₃	0,8 – 1,0	truta arco-íris
<i>Oncorhynchus nerka</i>	18:2 W ₆	1,0	salmão chum
	18:3 W ₃	1,0	

Fonte: NRC (1993)

Fonte: Palestra: Exigências Nutricionais e Saúde de Peixes – AveSui 2006
II Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca Aqüicultura
Margarida M. Barros; Luiz E. Pezzato; Dario R. Falcon; Igo G. Guimarães

Tabela 5 - Exigência vitamínica (mg/kg de MS da dieta)

Vitamina	Bagre do canal	Carpa comum	Tilápia do Nilo	Truta arco íris	Salmão do Pacífico
Hidrossolúvel					
tiamina B ₁ , mg	1 ⁽¹⁾	0,5 ⁽¹⁾	ND	1 ⁽¹⁾	15 ⁽²⁾
riboflavina B ₂ , mg	9 ⁽¹⁾	7 ⁽¹⁾ / 15 ⁽²⁾	6 ⁽¹⁾	4 ⁽¹⁾	7 ⁽¹⁾ / 30 ⁽²⁾
Piridoxina B ₆ , mg	3 ⁽¹⁾	6 ⁽²⁾	ND	3 ⁽¹⁾	6 ⁽¹⁾ / 20 ⁽²⁾
ác. Pantotênico, mg	15 ⁽¹⁾	30 ⁽¹⁾ / 50 ⁽²⁾	10 ⁽¹⁾	20 ⁽¹⁾	20 ⁽¹⁾ / 50 ⁽²⁾
Niacina, mg	14 ⁽¹⁾	28 ⁽¹⁾	ND	10 ⁽¹⁾	200 ⁽²⁾
Biotina, mg	ND	1 ⁽¹⁾	ND	0,15 ⁽¹⁾	1,5 ⁽²⁾
ác. Fólico, mg	1,5 ⁽¹⁾	ND	ND	1 ⁽¹⁾	2 ⁽¹⁾ / 10 ⁽²⁾
cianocobalamina B ₁₂ , mg	ND	ND	ND	0,01 ⁽¹⁾	0,02 ⁽²⁾
Colina, mg	400 ⁽¹⁾	500 ⁽¹⁾ / 4.000 ⁽²⁾	ND	1.000 ⁽¹⁾	800 ⁽¹⁾ / 3.000 ⁽²⁾
inositol, mg	ND	440 ⁽¹⁾	ND	300 ⁽¹⁾	300 ⁽¹⁾ / 400 ⁽²⁾
ác. Ascórbico, mg	25-50 ⁽¹⁾ / 60 ⁽²⁾	ND	50 ⁽¹⁾	50 ⁽¹⁾	50 ⁽¹⁾ / 200 ⁽²⁾

¹NRC (1993); ²Jobling (1994); ND = não determinada

Fonte: Palestra: Exigências Nutricionais e Saúde de Peixes – AveSui 2006
 II Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca Aqüicultura
 Margarida M. Barros; Luiz E. Pezzato; Dario R. Falconi; Igor A. Guimarães

Tabela 6 - Exigências de minerais para o crescimento de peixes

Mineral	Truta	Carpa comum	Bagre do canal	Tilápia
P _{disp}	0,6%	0,6%	0,45%	0,5%
Ca	0,3%	R	0,45%	0,5%
Mg	0,05%	0,05%	0,04%	0,06%
Cu	3,0 mg	3,0 mg	5,0 mg	4,0 mg
Fe	60,0 mg	150,0 mg	30,0 mg	R
I	1,1 mg	R	1,1 mg	R
Mn	13,0 mg	13,0 mg	2,4 mg	12,0 mg
Se	0,3 mg	0,25 mg	R	R
Zn	30,0 mg	30,0 mg	20,0 mg	20,0 mg

Fonte: NRC (1993); Jobling (1994); R = exigência quantitativa não determinada

Fonte: Palestra: Exigências Nutricionais e Saúde de Peixes – AveSui 2006
II Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca Aqüicultura
Margarida M. Barros; Luiz E. Pezzato; Dario R. Falcon; Igo G. Guimarães

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 7: Exigência de minerais para peixes.

MINERAL	ESPÉCIE				
	Bagre do canal	Carpa comum	Tilápia nilótica	Truta arco-íris	Salmão do Atlântico
Macrominerais					
Cálcio (Ca)	0,45%	nd	0,70%	0,30%	0,30%
Fósforo (P)	0,45%	0,60%	0,50%	0,60%	0,60%
Sódio (Na)	nd	nd	nd	nd	nd
Potássio (K)	nd	nd	nd	0,70%	nd
Cloro (Cl)	nd	nd	nd	nd	nd
Magnésio (Mg)	400mg/Kg	500mg/Kg	600mg/Kg	500mg/Kg	500mg/Kg
Microminerais					
Manganês (Mn)	2,4mg/Kg	13mg/Kg	12mg/Kg	13mg/Kg	16mg/Kg
Zinco (Zn)	20mg/Kg	30mg/Kg	20mg/Kg	30mg/Kg	30mg/Kg
Ferro (Fe)	30mg/Kg	150mg/Kg	nd	60mg/Kg	60mg/Kg
Cobre (Cu)	5mg/Kg	3mg/Kg	4mg/Kg	3mg/Kg	3mg/Kg
Selênio (Se)	0,25mg/Kg	nd	nd	0,3mg/Kg	0,3mg/Kg
Iodo (I)	1,1mg/Kg	nd	nd	1,1mg/Kg	1,1mg/Kg

Zimmermann et al. (2001) e Barros (2002); nd – não determinado

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 8: Exigência de vitaminas para peixes.

VITAMINA	ESPÉCIE				
	Bagre do canal	Carpa comum	Tilápia	Truta arco-íris	Salmão do Atlântico
Hidrossolúveis					
B ₁ (tiamina)	1 mg	0,5 mg	1 mg	1 mg	15 mg
B ₂ (riboflavina)	9 mg	15 mg	6 mg	4 mg	30 mg
B ₆ (piridoxina)	3 mg	6 mg	3 mg	3 mg	20 mg
B ₁₂ (cianocobalamina)	nd	nd	nd	0,01 mg	0,02 mg
Ácido pantotênico	15 mg	50 mg	15 mg	20 mg	50 mg
Niacina	14 mg	28 mg	14 mg	10 mg	200 mg
Biotina	1 mg	1 mg	nd	0,15 mg	1,5 mg
Ácido fólico	1,5 mg	nd	nd	1 mg	10 mg
Colina	400 mg	4000 mg	400 mg	1000 mg	3000 mg
Inositol	440 mg	440 mg	nd	300 mg	400 mg
C (ácido ascórbico)	60 mg	50 mg	50 mg	50 mg	200 mg
Lipossolúveis					
A	2000 UI	10000 UI	2000 UI	2500 UI	2500 UI
D	500 UI	2400 UI	500 UI	2400 UI	nd
E	50 mg	100 mg	50 mg	50 mg	50 mg
K	nd	nd	nd	nd	10 mg

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 9: Exigência de ácidos graxos essenciais nos peixes

Espécie	Acido graxo	Exigência (%)	Nome vulgar
<i>Oreochromis niloticus</i>	18:2 w6	0,50	Tilápia do Nilo
<i>Tilapia zilli</i>	18:2 w6	1,00	tilápia
<i>Cyprinus carpio</i>	18:2 w6	1,00	Carpa comum
	18:3 w3	1,00	
<i>Ictalurus punctatus</i>	18:3 w3	1,00 – 2,00	Bagre do canal
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	18:3 w3	0,80 – 1,00	Truta arco-íris
<i>Oncorhynchus nerka</i>	18:2 w6	1,00	salmão
	18:3 w3	1,00	

Fonte: NRC (1993)

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 10 – Restrições quanto ao nível de inclusão de alguns nutrientes em rações para peixes.

Ingrédients	Restrições (%)	Causa da Restrição
Farinha de Peixe	4 a 20	Alto teor de cálcio
Farinha de Carne	< 25	Alto teor de cálcio
Farinha de Carne e Ossos	< 10-15	Alto teor de cálcio; aminoácidos limitantes
Farinha de Vísceras	< 20	Alto teor de gordura; aminoácidos limitantes
Farinha de Penas	< 10	Baixa palatabilidade; aminoácidos limitantes
Farinha de Sangue	< 5-10	Aminoácidos limitantes; alto teor de ferro; baixa palatabilidade
Farelo de Soja	SR ou RC	Baixa palatabilidade; RC para peixes carnívoros
Farelo de Soja Integral	< 3	Elevado teor de óleo
Farelo de Algodão	RC 20 a 30	RC < 20 para peletização; RC < 30 para extrusão; gossipol; aminoácidos limitantes; alta fibra
Farelo de Glúten de Milho	SR ou RC < 6	RC < 6 se não desejar pigmentação amarela no filé
Farelo de Amendoim	SR ou RC	RC aos teores de aflatoxina e aos aminoácidos limitantes
Farelo de Trigo	< 25	Alto teor de fibra
Farelo de Arroz Integral	< 15	Alto teor de gordura e fibra; rancificação; fitatos
F. de Arroz Desengordurado	< 25	Alto teor de fibra; aminoácidos limitantes; fitatos
Milho	SR ou RC	RC ao nível total de amido em rações para peixes carnívoros
Sorgo	< 20	Tanino e baixa palatabilidade

Fonte: Fernando Kubitzka. Nutrição e Alimentação dos Peixes Cultivados

SR = sem restrições; RC = com restrições

FORNECIMENTO INTEGRAL OU SUPLEMENTAÇÃO DE NUTRIENTES???

PREMIX PEIXES COMPLETO

Composição básica: ácido fólico, carbonato de cálcio, iodato de cálcio, óxido de zinco, selenito de sódio, DL-Metionina, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, sulfato de ferro, vit A, vit B12, vit B, vit B2, vit B6, vit C, vit E, vit K3, niacina, biotina, sulfato de manganês, pantotenato de cálcio, cloreto de colina, antioxidante, L-Lisina e veículo Q.S.P.

Modo de Usar:

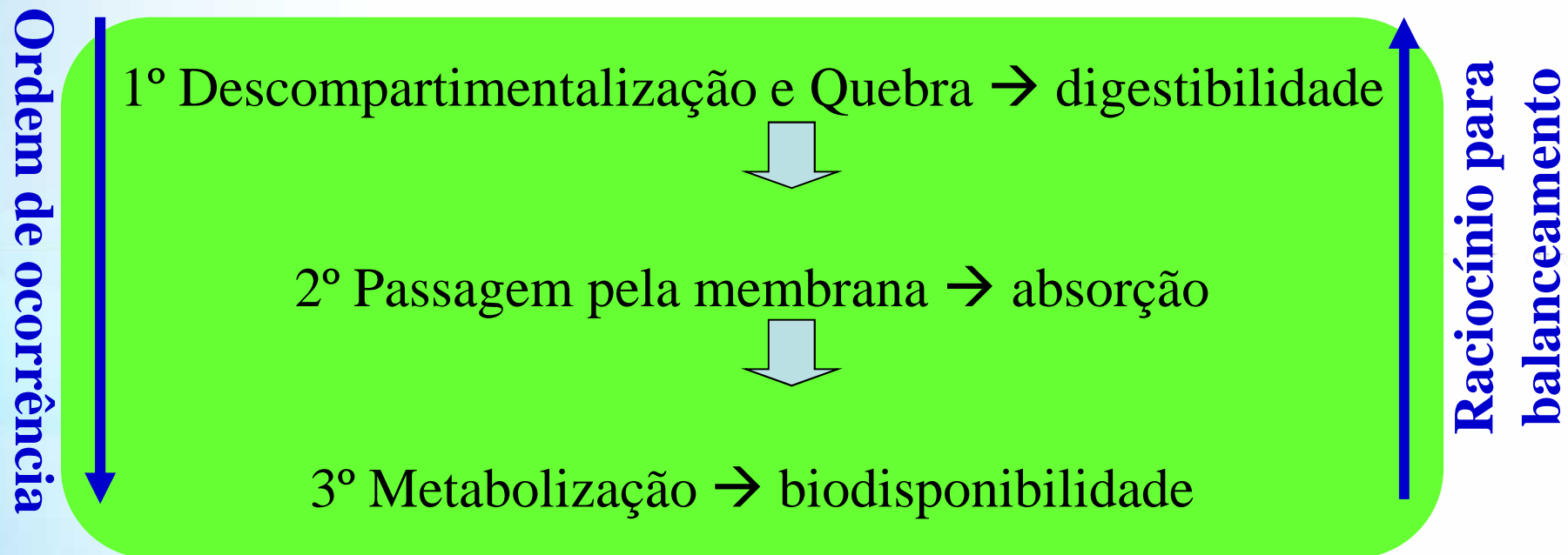
Adicionar 4,0 kg do produto por tonelada de ração

Níveis de Garantia por quilo de produto:

ácido fólico	500 mg	nd
ácido pantotênico	12500 mg	
B.H.T.....	0.5 %	
biotina	150 mg	nd
cobalto	50 mg	
cobre	2000 mg	
colina	200000 mg	
enxofre	12200 mg	
ferro	15000 mg	nd
iodo	125 mg	nd
lisina	4 %	
magnésio	60 mg	
manganês	3750 mg	nd
metionina	5 %	
niacina	20000 mg	
selênio	75 mg	nd
vitamina A	2500000 UI	
vitamina B1	2500 mg	
vitamina B12	7500 mcg	nd
vitamina B2	5000 mg	
vitamina B6	2500 mg	
vitamina C	75000 mg	
vitamina D3	300000 UI	
vitamina E	40000 mg	
vitamina K3	2260 mg	nd
zinco	20000 mg	

EFICIÊNCIA NO APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES

DINÂMICA DO PROCESSO DE DIGESTÃO E APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES (simplificado):



CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 11 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína, energia e fósforo para a tilápia do Nilo.

Nutriente (%)	Alimento teste								
	Ração ref.	AM ¹	M ²	QA ³	FT ⁴	FP ⁵	GM ⁶	FS ⁷	FA ⁸
Matéria Seca	77,98	91,73 ^a	79,30 ^c	81,91 ^b	70,37 ^e	82,60 ^b	74,87 ^d	85,30 ^a	78,10 ^c
Proteína	96,25	-	89,76 ^b	95,88 ^a	93,54 ^a	82,59 ^c	89,82 ^b	94,13 ^a	87,10 ^b
Energia (kcal/kg)	82,75	66,28 ^e	86,15 ^b	75,48 ^c	72,83 ^d	95,29 ^a	73,08 ^d	84,12 ^b	62,09 ^f
Fósforo	54,11	-	55,00 ^b	52,38 ^b	35,80 ^c	54,73 ^b	63,04 ^a	25,93 ^d	37,35 ^c

AM¹ = Amido de milho; M² = Milho; QA³ = Quirera de arroz; FT⁴ = Farelo de trigo; FP⁵ = Farinha de peixe; GM⁶ = Glúten de milho; FS⁷ = Farelo de soja; FA⁸ = Farelo de algodão; ^aValores não submetidos à análise estatística (n=2); Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem significativamente (P>0,05)

Fonte: Nutrientes digestíveis para tilápia.

GONÇALVES, G.S., et al. 2007

Soja s/ fitato trará
melhoria!!!

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 12 – Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos aminoácidos essenciais e não essenciais para a tilápia do Nilo.

Aminoácidos	Alimento teste								
	Ração ref.	AM ¹	M ²	QA ³	FT ⁴	FP ⁵	GM ⁶	FS ⁷	FA ⁸
<i>Aminoácidos Essenciais (AEE)</i>									
Arginina	100,00	-	89,47	99,20	81,90	89,39	90,48	94,53	76,06
Fenilalanina	94,13	-	97,56	92,45	87,95	88,89	89,92	97,58	80,19
Histidina	95,90	-	98,82	94,12	91,11	92,24	100,00	94,40	71,56
Isoleucina	95,62	-	99,05	84,38	82,14	89,70	79,53	92,64	66,41
Leucina	96,43	-	92,94	85,71	95,12	92,59	84,37	93,32	71,31
Lisina	95,63	-	99,41	96,77	84,81	93,63	86,54	97,01	83,14
Metionina	97,26	-	98,75	91,67	86,67	87,26	94,96	90,70	95,83
Treonina	94,55	-	90,00	85,19	75,44	83,93	80,63	90,40	75,00
Valina	95,68	-	96,43	80,95	77,92	92,46	81,12	90,00	66,49
<i>Aminoácido Não Essencial (AANE)</i>									
Ac. Aspártico	96,38	-	93,94	95,45	90,76	86,88	94,00	92,31	77,89
Ac. Glutâmico	96,66	-	96,36	88,97	95,61	85,73	91,79	94,34	77,07
Alanina	95,79	-	97,30	94,59	82,14	79,67	97,02	90,77	77,16
Cistina	97,26	-	100,00	97,00	76,92	95,56	98,39	92,68	80,00
Glicina	96,32	-	94,74	97,14	75,28	77,24	78,38	81,05	69,23
Prolina	100,00	-	96,36	97,92	89,47	71,29	65,56	89,17	79,74
Serina	96,97	-	100,00	97,30	87,67	88,38	98,30	99,08	73,08
Tirosina	100,00	-	98,10	89,66	74,00	73,22	84,69	82,86	96,77
<i>Média (AA)</i>	96,70	-	96,43	92,26	84,41	86,36	87,98	91,93	77,47

AM¹ = Amido de milho; M² = Milho; QA³ = Quirera de arroz; FT⁴ = Farelo de trigo; FP⁵ = Farinha de peixe; GM⁶ = Glúten de milho; FS⁷ = Farelo de soja; FA⁸ = Farelo de algodão; ^aValores não submetidos à análise estatística (n=2); Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem significativamente (P>0,05)

Fonte: Nutrientes digestíveis para tilápia.

GONÇALVES, G.S., et al. 2007

✓ **Desafios enfrentados para a utilização de rações à base de farelo de soja e milho para peixes:**

- **concentração de PNAs na forma insolúvel em água;**
- **desequilíbrio de aminoácidos**
- **presença de fitato**
- **fatores antinutricionais (inibidores)**

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

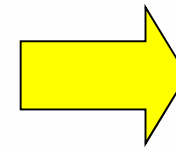
Tabela 13: Composição de PNAs em alguns ingredientes de rações:

Ingredientes	Tipo de PNA	%	Autor
Farelo de Soja	PNA totais	27,0	Schutte (1991)
	Polímeros complexos	13,9	Carré (1992)
Milho	PNA totais	8,0	Schutte (1991)
	Arabinosilanos	4,2	Annison (1991)
	-glucanos	0,1	Annison (1991)
Sorgo	Arabinosilanos	2,8	Annison (1991)
	-glucanos	0,1	Annison (1991)
Glúten de milho	PNA totais	42,0	Carré (1992)
Farelo de trigo	PNA	44,0	Schutte (1991)

Fonte: Adaptado Revista Alimentação Animal

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

**Oligossacarídeos;
não-CHO (glicoproteínas,
ésteres, lignina); hemiceluloses**



PNAs

- ✓ **“EFEITO BARREIRA”** ⇔ nutrientes encapsulados
- ✓ **ESTRATÉGIA:** maior exposição desses nutrientes à ação enzimática endógena e/ou exógena

**ESTRATÉGIAS PARA MELHORIA DA QUALIDADE
DAS RAÇÕES PARA PEIXES**

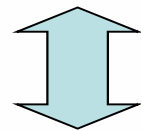
“CAPACIDADE” SUPORTE DE RESERVATÓRIOS



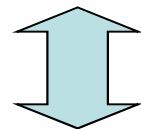
Sustentabilidade

- ✓ Estratégias para minimização e controle de cargas orgânicas no ambiente:
 - “consciência ambiental”
 - densidades ou taxas de estocagem
 - tratamento de efluentes (viveiros e SFC)
 - monitoramento contínuo da água (de entrada e saída)
 - manejo alimentar
 - **composição e qualidade das rações...**

- ✓ **Sistemas intensivos de produção determinam alta dependência por alimentos completos**



**Conhecimento científico
e
Desenvolvimento tecnológico**



- ✓ **Ração Ideal e Rações Práticas**

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Rações Práticas p/ peixes onívoros

* Podem haver eventuais substitutos.

Farelo de Soja*

Milho*

Fosfatos (bicálcico)

Sal

Premix vit. e mineral

Palatabilizante

Farinha de peixe???

A ração deverá ser economicamente viável:

Considerando que a ração representa 70% do CP.

Conversão Alimentar(CA) = 1,5:1

CP total (R\$/kg peixe) = 3,00 a 3,50

então teríamos.....R\$2,10 a R\$2,45/kg de peixe
produzido com ração.

1ª Revolução: forma física da ração

- CHOs suprem em parte a demanda por energia (efeito poupador)



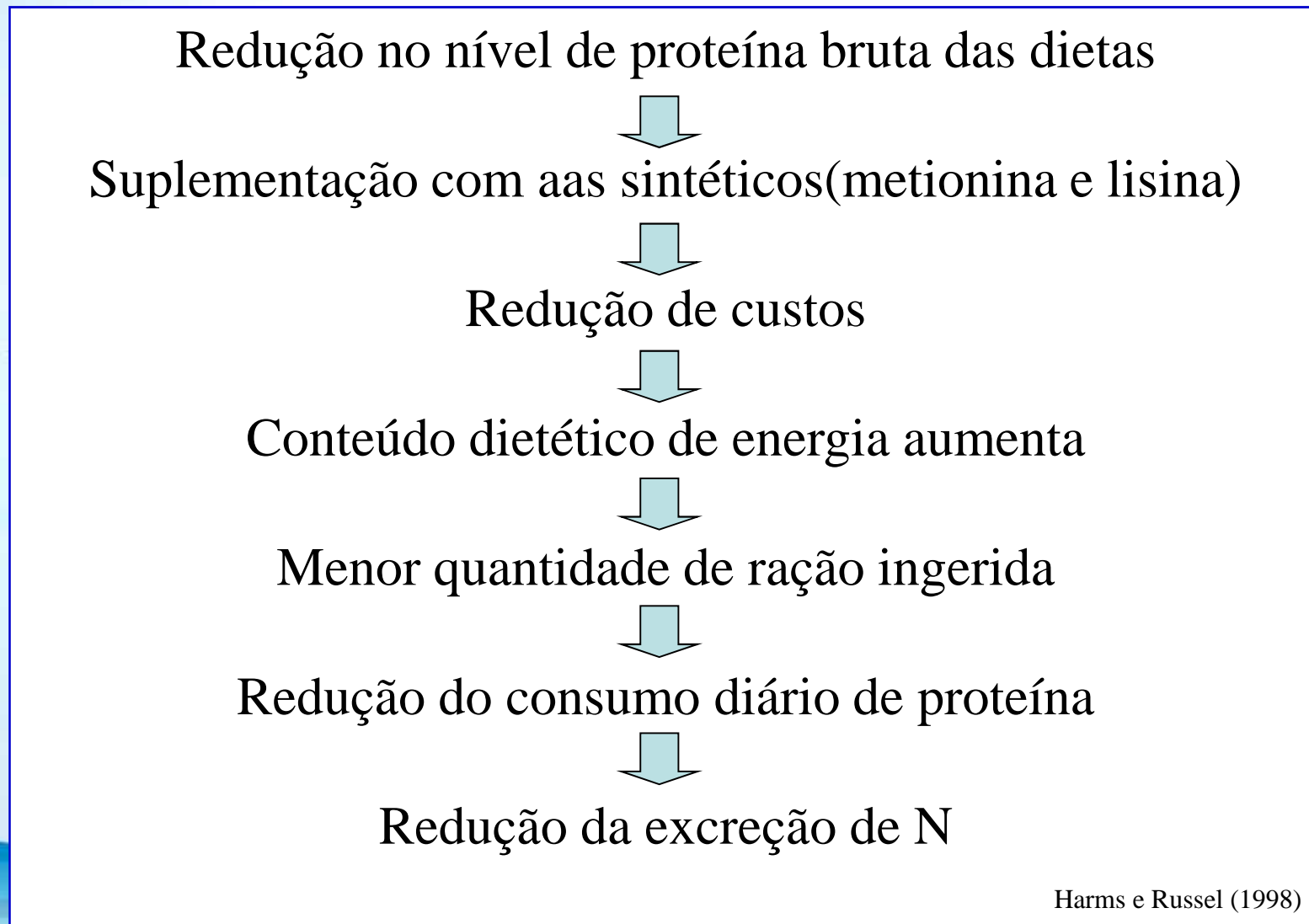
Extrusão

2ª Revolução ⇒ aminoácidos sintéticos

✓ CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL:

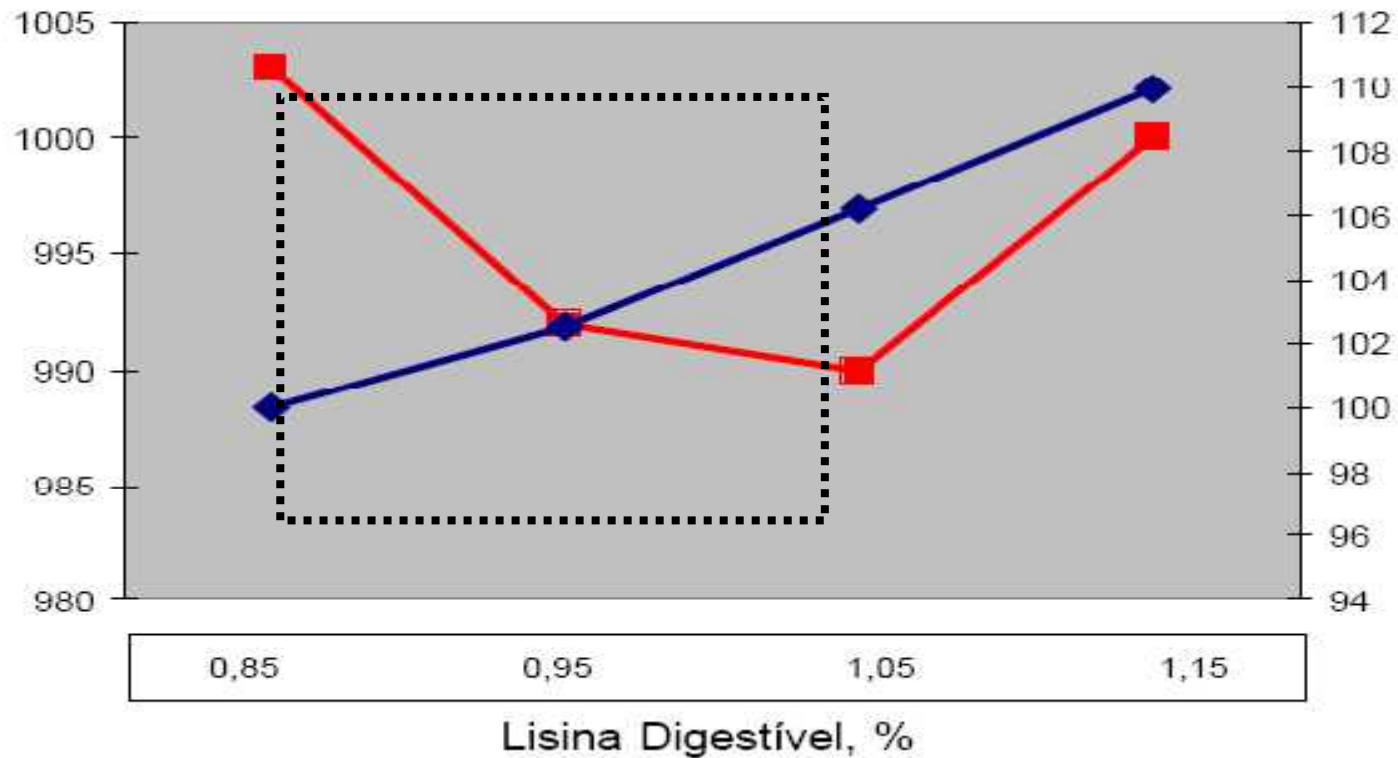
Mistura de aas ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer sem excessos nem deficiências, as necessidades absolutas de todos os aas requeridos para manutenção e produção das aves, minimizando a excreção de N.(Parson e Baker, 1994)

Redução do nível de proteína bruta da ração por meio da suplementação com aas sintéticos:



Harms e Russel (1998)

Figura 5 – Impacto do Nível de Lisina Digestível da Ração (36 a 49 dias de idade) Sobre o Custo Alimentar dos Frangos de Corte



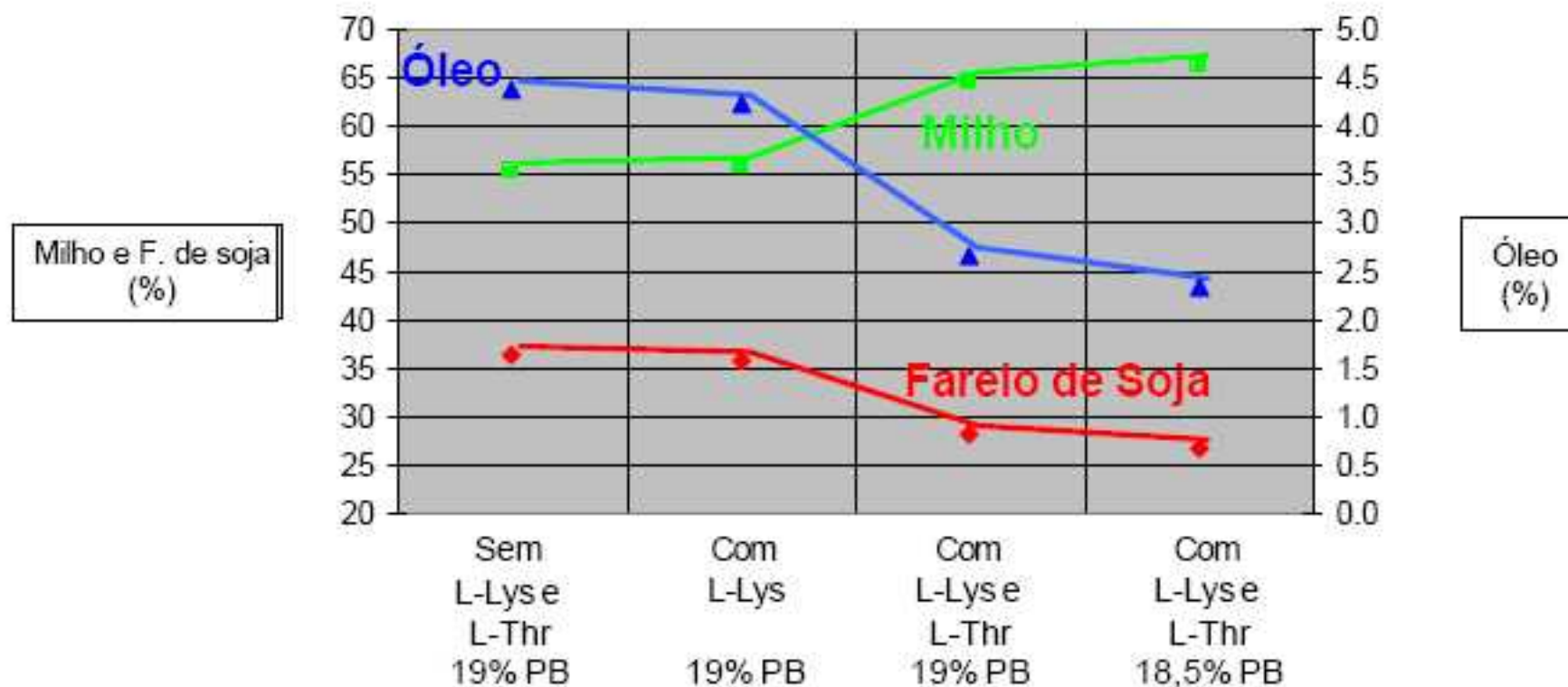
Fonte: Ajinomoto
Resultados em frangos de corte



* Não considera economia com tratamento e destinação de resíduos.

IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DOS AMINOÁCIDOS INDUSTRIAIS NAS RAÇÕES DE ENGORDA

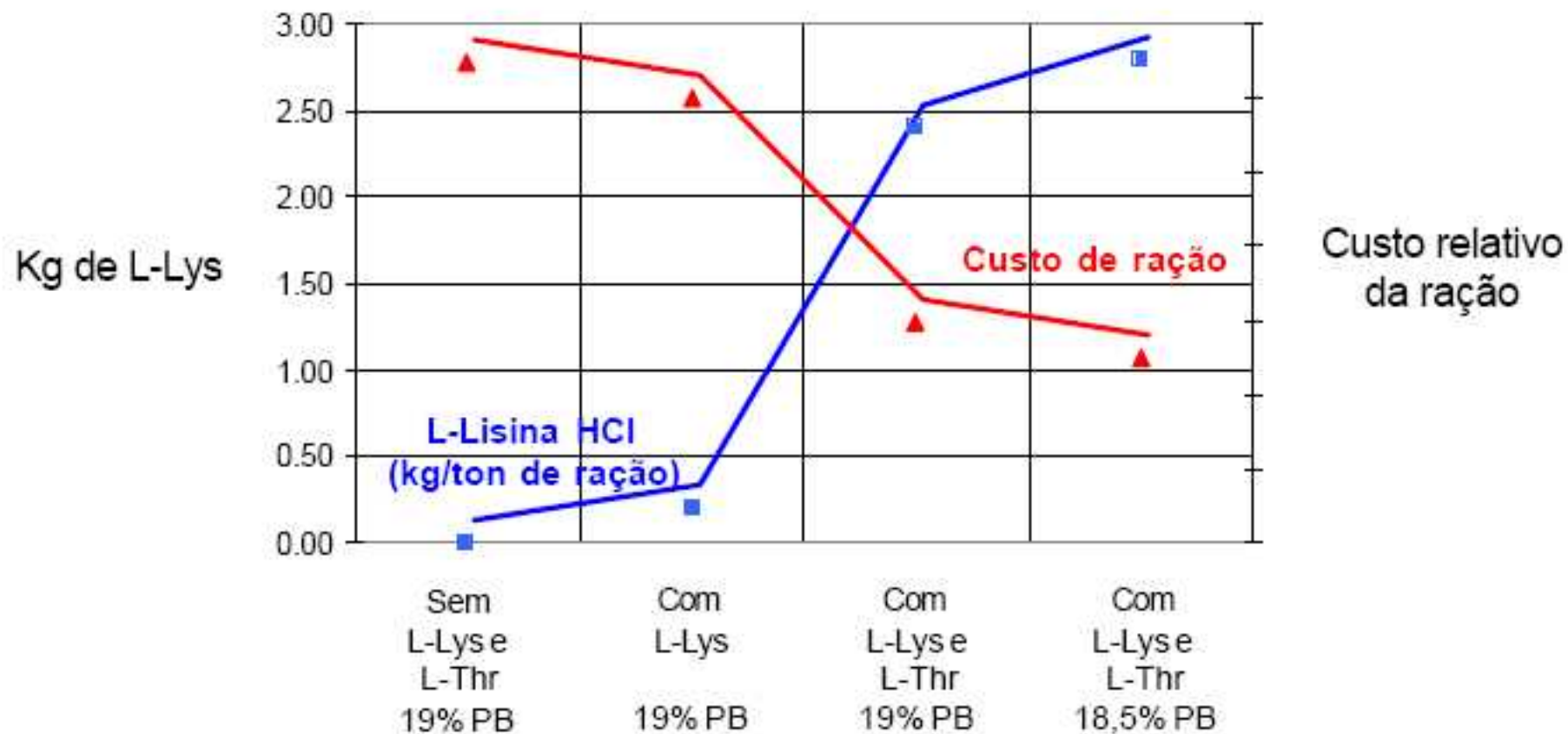
Figura 6 - Alterações na Inclusão dos Ingredientes nas Rações de Frangos com a Utilização de L-lisina e L-treonina



Fonte: Ajinomoto

Resultados em frangos de corte

Figura 7 - Custo Relativo e Adição de L-lisina HCl nas Rações em Função da Utilização de L-lisina e L-treonina



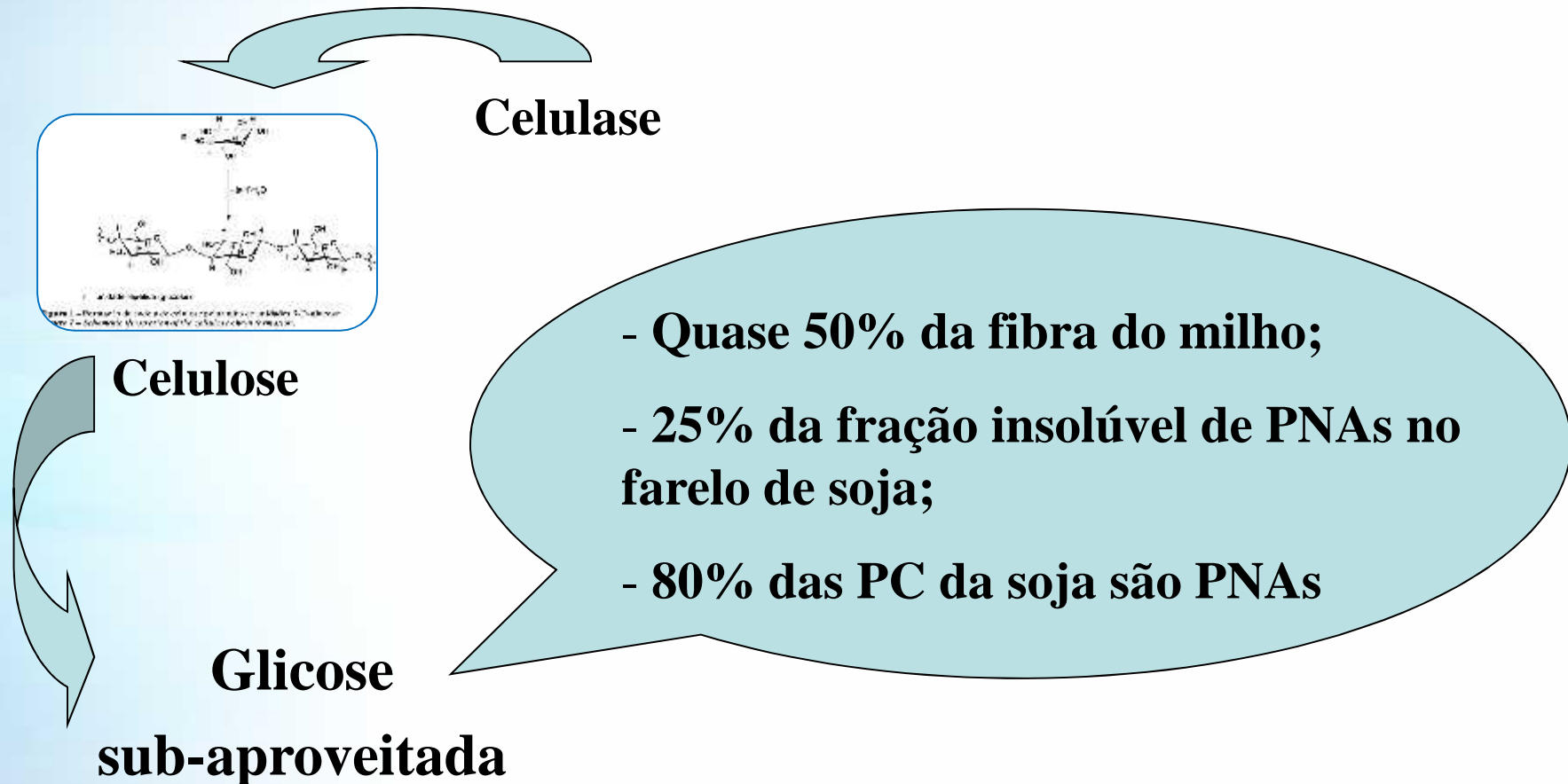
Fonte: Ajinomoto

Resultados em frangos de corte

✓ UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EXÓGENAS:

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

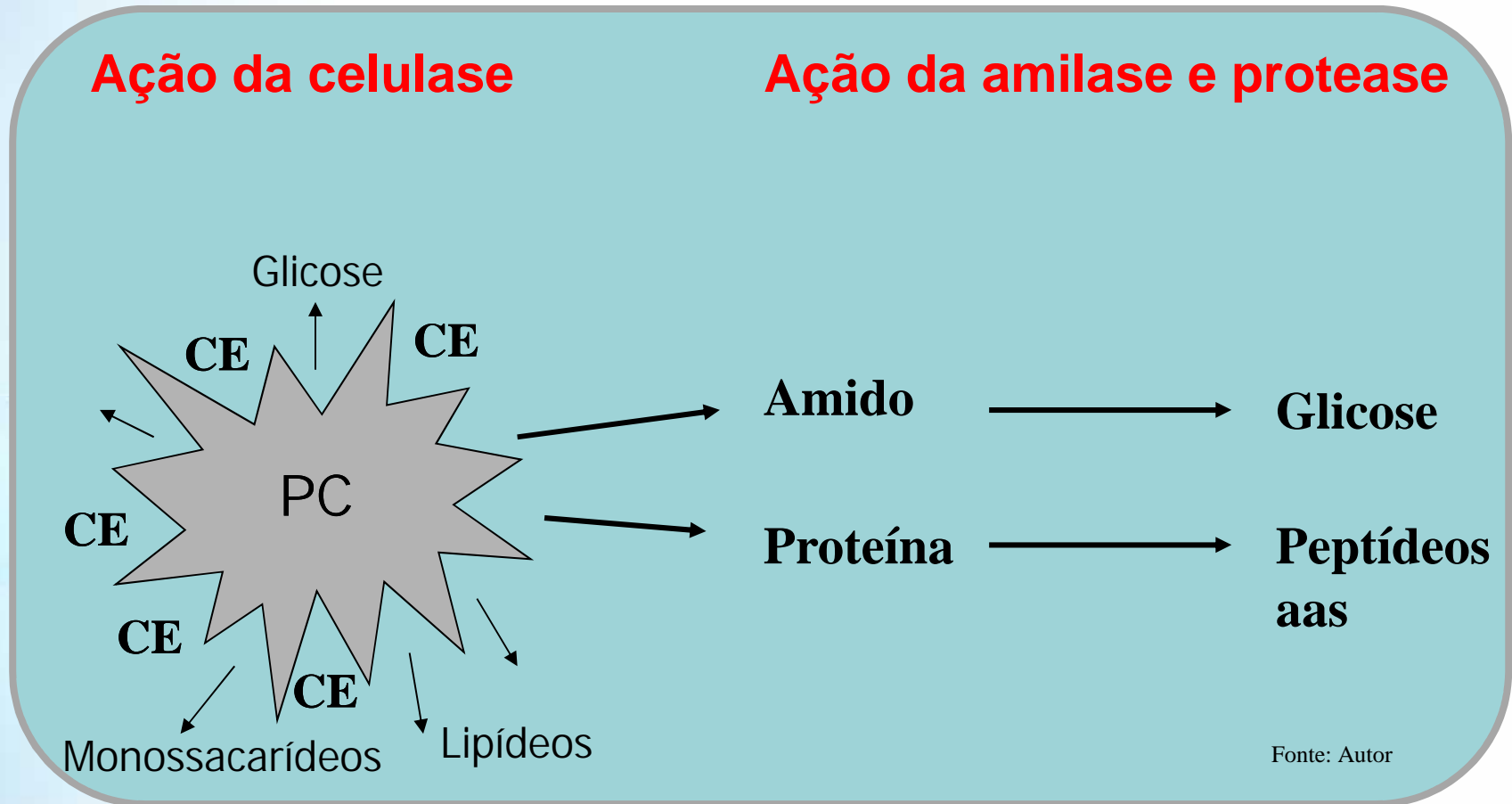
✓ Emprego da celulase e o conteúdo energético (glicose) da fibra dos ingredientes de origem vegetal:



✓ Ação do Complexo enzimático sobre os ingredientes:

Ação da celulase

Ação da amilase e protease



Fonte: Autor

Figura 08 - Ruptura da PC , descompartimentalização de nutrientes e aproveitamento de conteúdo energético e protéico por meio da ação do CE.

CULTIVO DE ESPÉCIES NATIVAS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO EM TANQUES-REDE

Tabela 14- Digestibilidade aparente (%) da matéria seca (MS) de alimentos de origem vegetal, suplementados ou não com a **enzima fitase** para a tilápia do Nilo. Valores expressos em 100% da matéria seca.

Gonçalves et al, 2004

Alimento	Coeficiente de Digestibilidade Aparente (%)		
	Níveis de suplementação de fitase (UF/kg)		
	0	1.000	2.000
Energético			
Milho	69,27 ± 2,92a	74,24 ± 0,75a	70,80 ± 2,19a
Milho extrusado	71,98 ± 1,57ab	69,96 ± 0,56b	74,53 ± 1,66a
Farelo de trigo	68,10 ± 1,61b	72,04 ± 1,36ab	70,99 ± 0,99a
Sorgo baixo tanino	70,05 ± 1,63b	74,24 ± 0,75a	67,85 ± 1,59b
Farelo de arroz	69,99 ± 1,68b	69,96 ± 0,56b	74,50 ± 2,03a
Protéico			
Farelo de soja	68,70 ± 2,36b	69,21 ± 0,64b	74,93 ± 1,90a
F. de soja extrusado	72,79 ± 1,34a	73,26 ± 1,74a	72,08 ± 1,28a
Glúten de milho	70,02 ± 3,18ab	69,44 ± 0,99b	73,54 ± 2,42a
Farelo de algodão	74,90 ± 0,99a	74,29 ± 1,20a	69,25 ± 2,51b
Farelo de girassol	66,64 ± 1,22b	70,68 ± 1,64a	70,26 ± 1,50a

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente (P>0,05).

OGM (3ª Revolução)

- **Terceira Fase:**
- **Plantas como Biofábricas: Biofortificação**
 - Óleo de canola, arroz, mandioca e milho: ↑ caroteno (↓ deficiência de vitamina A)
 - Feijão, milho, soja, trigo e arroz: ↑ Fe e Zn (< carência de minerais)
 - Grãos: ↓ fitato e ↑ fitase (> biodisponibilidade de minerais)
 - Grãos: ↑ fitoesteróis (↓ colesterol sanguíneo)
 - Maior teor de licopeno no tomate, vitamina E em grãos e β-caroteno em cereais (antioxidantes)
 - Vacinas alimentares e redução da alergenicidade de alimentos
 - Outras

Fatores Antinutricionais

• Inibidores de Proteases

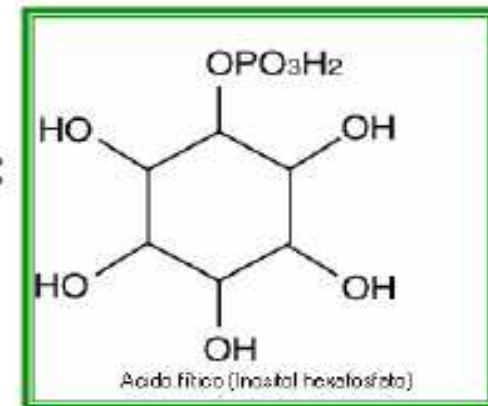
- Kunitz (KTI) e Boman-Birk (BBI)
- Soja sem KTI e BBI: melhor digestibilidade, porém < teor de AA sulfurados

• Lipoxigenase

- Soja sem LOX: melhor sabor e > oxidação dos ácidos linoléico e α -linolênico

• Fitato

- Soja com adição de fitase (*Aspergillus ninger*): < excreção de P nas fezes de suínos e aves: > biodisponibilidade de P, Fe e Zn



✓ RECENTES AVANÇOS:

- Soja alta lisina;
- Soja sem fitato (EMBRAPA);
- Milho com fitase (China)

✓ ESPECTATIVAS:

- Soja sem ou < concentração de PNAs insolúveis;
- Soja sem ou < concentração de fatores antinutricionais

✓ **ESTRATÉGIAS E NOVOS PRODUTOS UTILIZADOS PELA INDÚSTRIA DE RAÇÃO ANIMAL:**

- **Uso de proteínas de origem marinha (ex:silagem de vísceras de atum → AGE);**
- **Uso de farinha de carcaça de peixe (espécie diferente);**
- **Novas fontes de proteína de alta qualidade:**
 - **Leveduras**
 - **DDGS (Grãos secos de destilaria): 27 a 30% de PB**
 - **Flocos bacterianos ou bioflocos: > 40% de PB**
 - **Macrófitas aquáticas (lemnáceas): em torno de 30% de PB**



Giovanni Resende de Oliveira
Pesquisador EPAMIG
Aquicultura

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Fazenda Experimental Santa Rita - FESR
Rodovia MG 424 km 64, CEP: 35701-970 Zona Rural,
Tel: **(31) 3773-1980; Cel:(31) 9712-1655**
email: giovanni@epamig.br