

.....

UTILIZAÇÃO DE DIETAS PRÁTICAS NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES ONÍVOROS

.....

Giovanni Resende de Oliveira
Pesquisador em Aquicultura
giovanni@epamig.br



ROTEIRO

- 1. *Introdução;***
- 2. *Objetivo;***
- 3. *Conceitos e classificação de Polissacarídeos não-amiláceos (PNAs);***
- 4. *Conteúdo de PNAs em Soja e Milho;***
- 5. *Estratégias usadas para otimizar o aproveitamento dos ingredientes;***
- 6. *Avanços e Perspectivas;***
- 7. *Considerações finais.***

INTRODUÇÃO

✓ Aumento da produção aquícola

Tabela 1 – Resumo da produção aquícola brasileira em 2006, segundo o IBGE.

Região Geográfica	Peixes (ton.)
Brasil	108.107,39
Região Sudeste	22.124,14

Fonte: IBGE – Censo agropecuário 2006

- Parques Aquícolas → realidade em Minas Gerais
 - potencial para produção adicional de 200 mil ton. peixe/ano
- ✓ Aumento da demanda de ração para peixes
 - 250 mil toneladas de “milho + farelo de soja”

INTRODUÇÃO

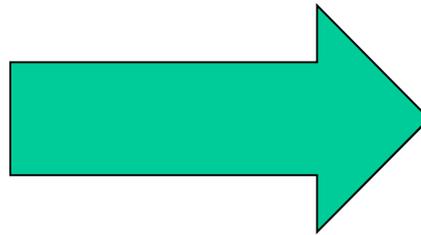
✓ **Necessidade de substituição total da farinha de peixe por ingredientes de origem vegetal (tendências):**

- ↑ **R\$:** *alto ônus no custo total de produção (ração → 70%);*
- ↓ **Disponibilidade:** *melhoria dos processos de conservação e aproveitamento integral do pescado;*



Carcaça de tilápia

Fonte: Profª Dra Maria Luiza

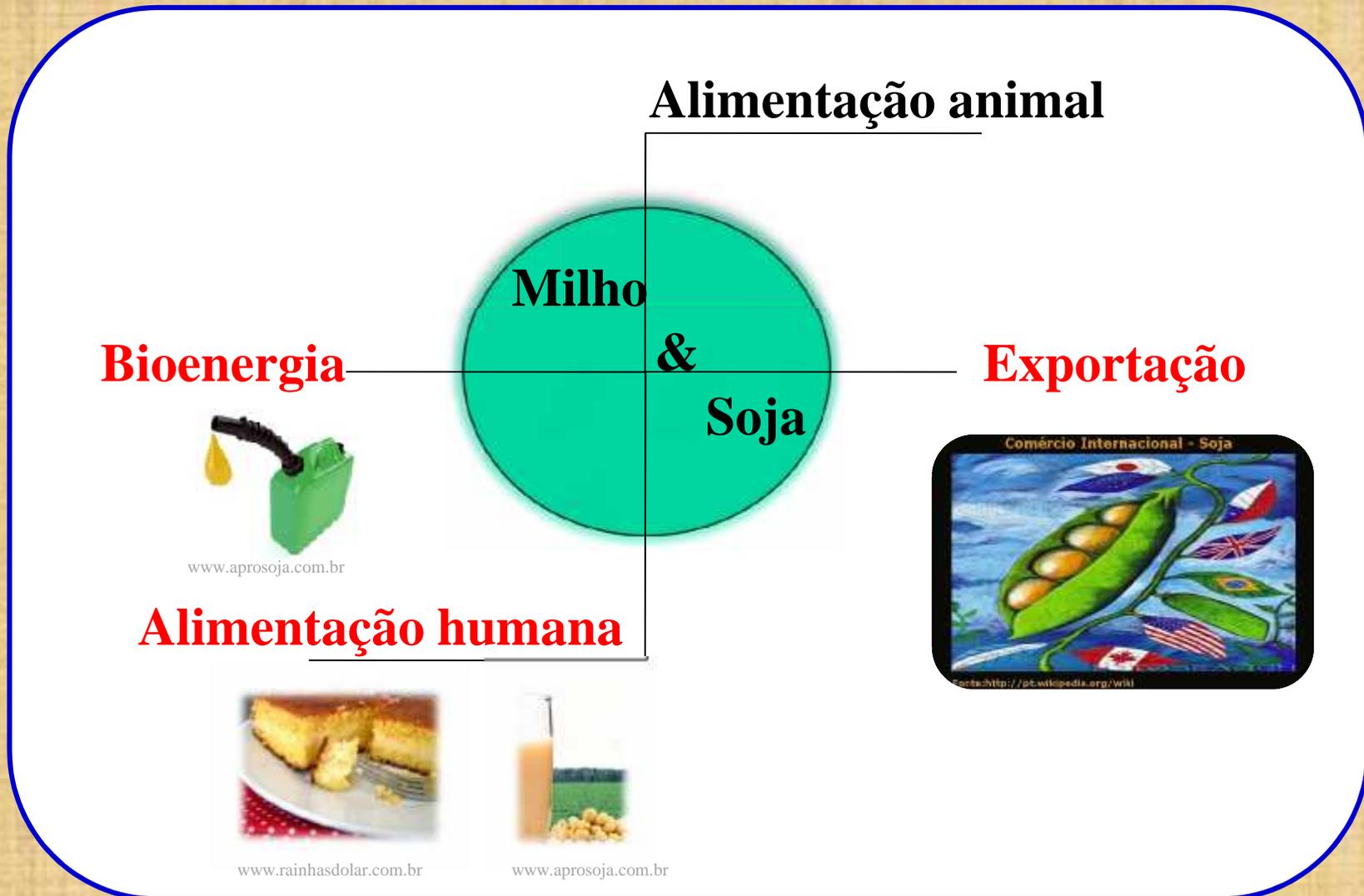


Farelo de Soja

Fonte: www.angasil.com.br

INTRODUÇÃO

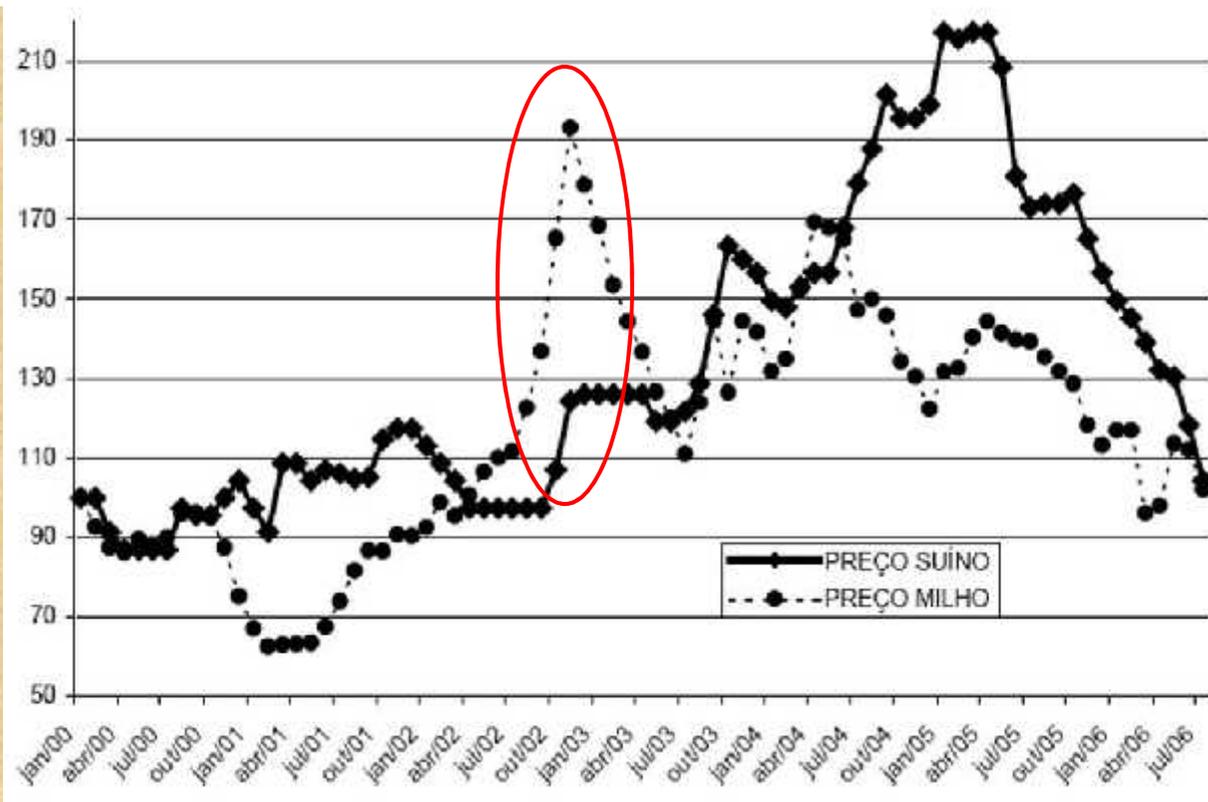
✓ Fatores de Pressão ou Concorrência:



✓ CONSEQUÊNCIAS:

- Elevação dos preços de insumos nobres (soja e milho)
- Desequilíbrios entre a oferta e demanda

Figura 1. Evolução (%) dos preços do suíno e do milho, considerando-se o mês de janeiro de 2000 como 100% (Marcelo Miele, Embrapa Suínos e Aves, 2006).



INTRODUÇÃO

✓ Possibilidade do uso de eventuais substitutos

(restrições: volume de produção e logística)



www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br

Cultura do sorgo

- Menor custo;
- Conteúdo energético;
- Produção na entressafra;
- Resistência à baixa umidade;
- Adaptação à diversidade climática;
- Outros...

INTRODUÇÃO

- ✓ **Necessidade de otimização do uso desses ingredientes em rações animais**

Em busca de:

Possibilitar a conversão de material vegetal em pescado de alta qualidade nutricional e organoléptica, de forma economicamente viável e sustentável.



Peixe e Saúde.

www.thinkbaby.co.uk

OBJETIVO

✓ **Discutir o potencial de uso de ingredientes de origem vegetal, principalmente milho e soja, como componentes de dietas práticas, no cultivo comercial de peixes onívoros de água doce.**

CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO

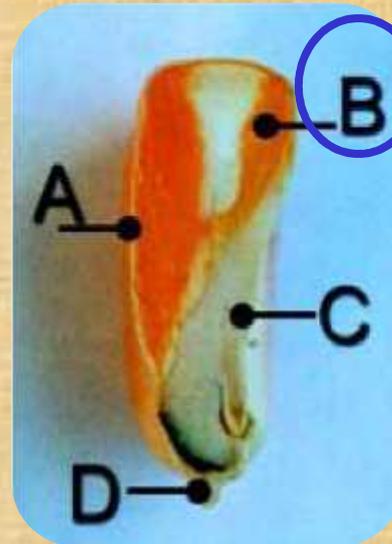
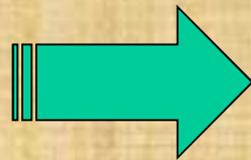
✓ Os carboidratos são classificados em não-estruturais e estruturais. Os carboidratos não-estruturais são representados pelos açúcares de baixo peso molecular (MBPM), oligossacarídeos e polissacarídeos de reserva (amido).

Figura 2 – Estrutura do grão de milho:
A - Pericarpo; B - Endosperma;
C - Embrião; D - Pedúnculo.



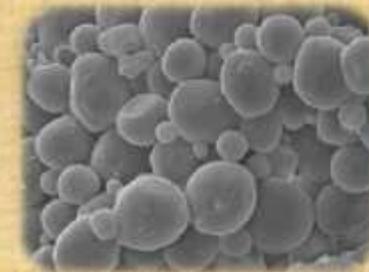
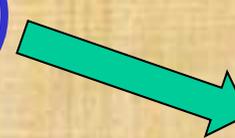
www.portaldoagronegocio.com.br

Espiga de Milho



Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento

Grão de Milho



Amido de Milho

[wwwhttp://www.cesnors.ufsm.br/professores/adrisalamoni/CELULA_2010.pdf](http://www.cesnors.ufsm.br/professores/adrisalamoni/CELULA_2010.pdf)

Tabela 2 - Classificação dos polissacarídeos quanto à sua localização na célula.

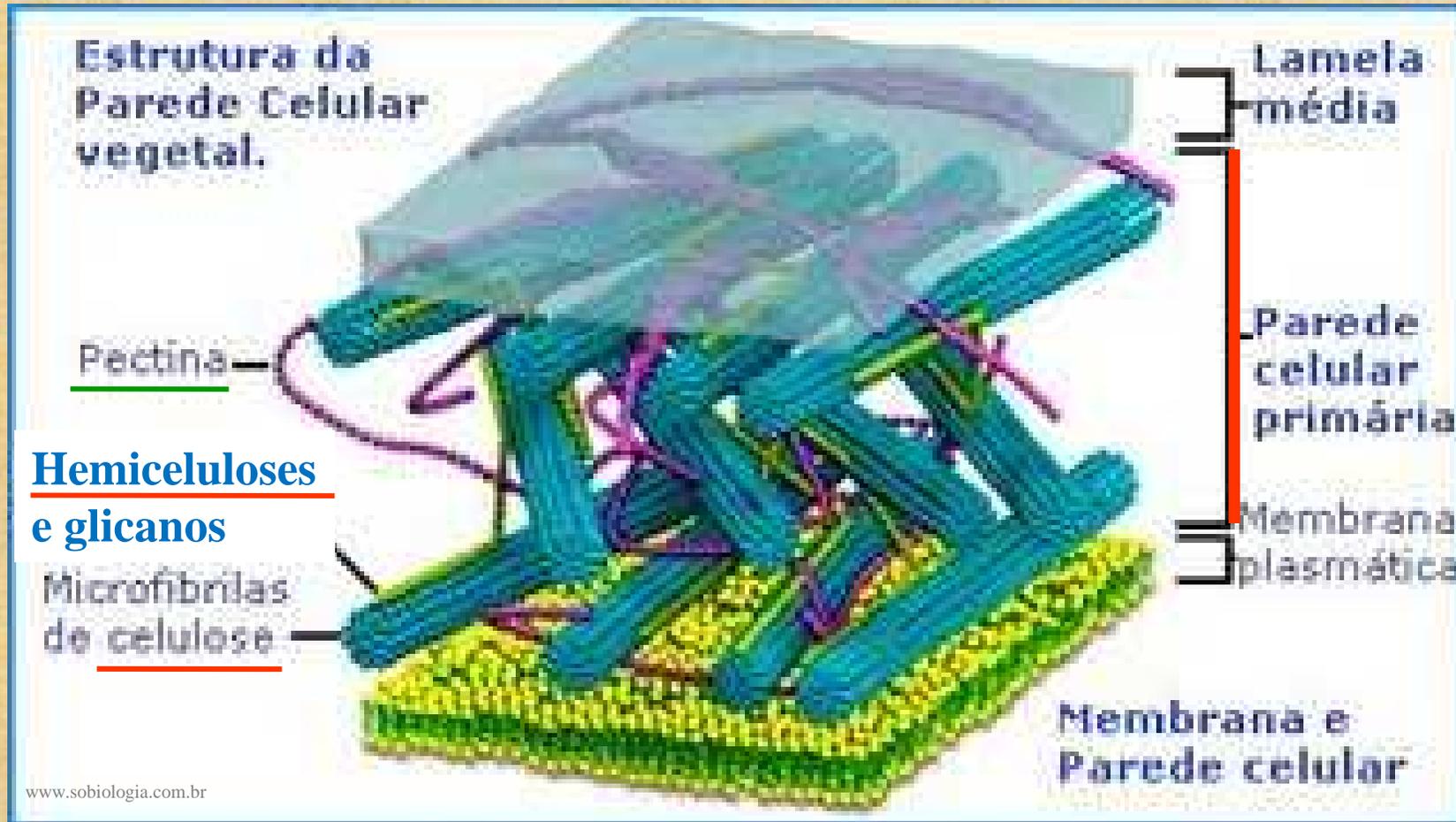
Polissacarídeos	Produto	Fonte
Amido	Glicose	Grãos
Polissacarídeos não amiláceos (PSNA)		
Constituintes da Parede Celular		
Celulose	<u>Glicose</u>	Cereais
Arabinoxilanas	Xilose e arabinose	Centeio, trigo e cevada
Arabinogalactanas	Galactose e arabinose	Farelos
Xiloglucanas	<u>Glicose</u> e xilose	Cereais
Galactanas	Galactose	Farelo de soja e polpa de beterraba
Não constituintes da Parede Celular		
Frutanas	Frutose	Centeio
Pectina	Ácido urônico e ramnose	Polpa de beterraba/cítrica
Galactomananos	Galactose e manose	Gomas

Adaptado de Montagne *et al.*, 2003

- **Constituintes da parede celular → função estrutural**
- **Amido → não estrutural → função de reserva**

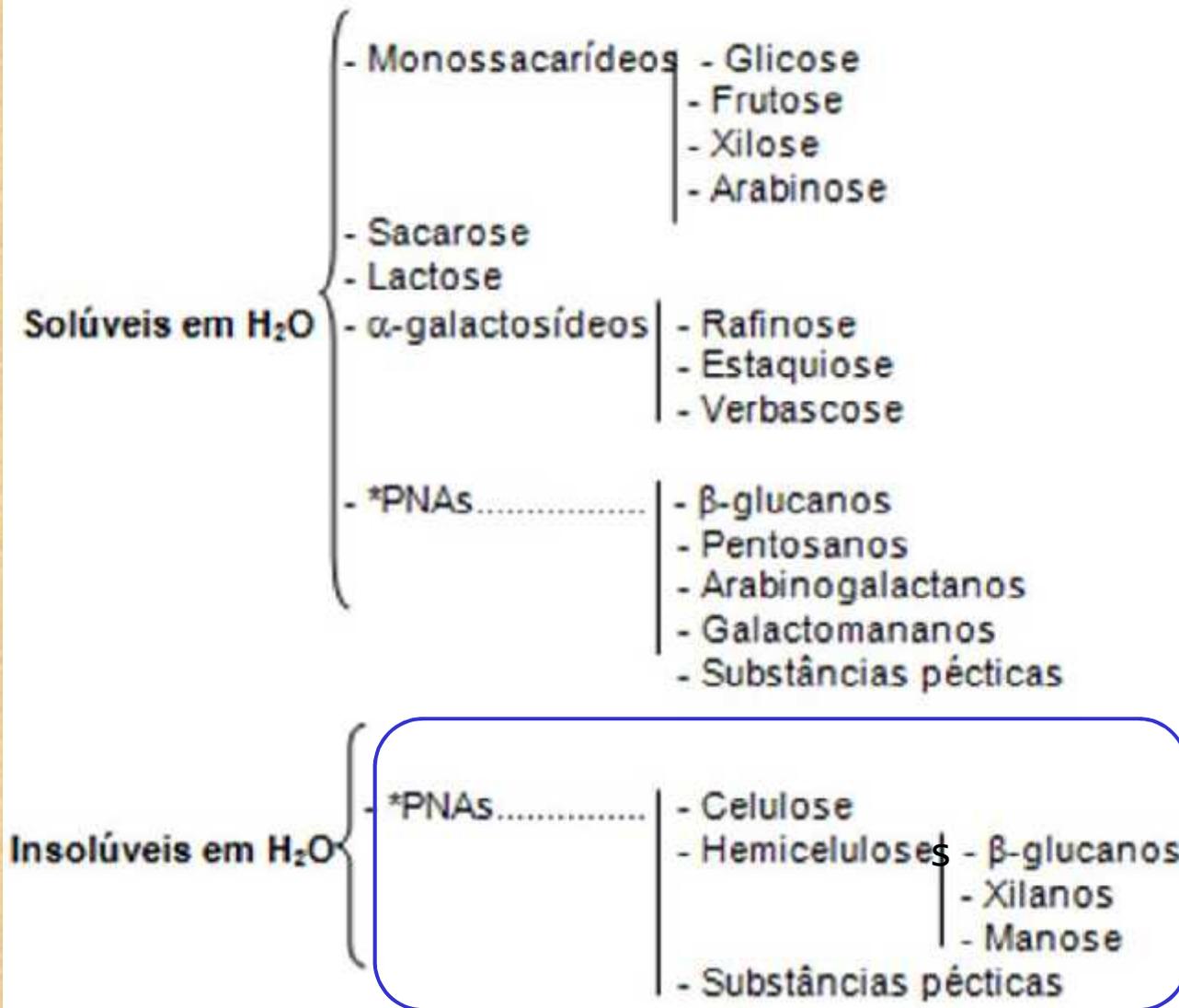
CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO

Figura 2 – Desenho esquemático de estrutura de parede celular vegetal.



- **Pectina → função “cimentante” e flexibilidade**

FIGURA 3 - Classificação dos carboidratos não-amiláceos presentes nas dietas de monogástricos, quanto à solubilidade.



*PNA= Polissacarídeo não-amiláceo

Fonte: adaptado de Carré (1991).

CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO

✓ O uso de ingredientes de origem vegetal, como sementes de leguminosas, tortas de sementes oleaginosas, farelos, concentrados protéicos e tubérculos, entre outros, como alimentos para peixes, é limitado devido à presença de uma grande variedade de **substâncias antinutricionais**.

Dentre algumas mais relevantes estão taninos, saponinas, lectinas, fitoestrógenos, alcalóides, compostos antigênicos, gossipol, cianogênios, mimosina, ácidos graxos ciclopropenos, canavanina, antivitaminas, ésteres, glicosinolatos, inibidores de proteases, fitatos, oligossacarídeos e **polissacarídeos não-amiláceos (PNAs)**

(Francis *et al.*, 2001).

CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO

✓ **Polissacarídeos não-amiláceos (PNAs):**

São polímeros de açúcar que não podem ser digeridos pelos animais não-ruminantes, devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato digestivo (Rosa e Uttpatel, 2007).

Fatores Antinutricionais



Adaptado: Buhler et al. (1998)

Tabela 3 – Conteúdo e digestibilidade de PNA em diferentes matérias-primas

Matérias-primas	Total PNA (% DM)	Digestibilidade (%)*
Cevada	15	14
Trigo	10	12
Farelo de soja (48%)	20	0
Ervilha	22	18
Feijão	23	19
Farelo de colza	24	7
Trigo de rações	34	9
Girassol	28	17
Farelo de arroz	25	3
Gramíneas	28	5
Glúten de milho (20%)	31	17

* Medido em pintinhos.

ADAS (1992)

CONTEÚDOS DE PNAS NOS INGREDIENTES

Tabela 4 - Composição de polissacarídeos não-amiláceos (PNA) 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)
	B-glucanos	0,1	Annison (1991)
Sorgo	Arabinosilanos	2,8	Annison (1991)
	B-glucanos	0,1	Annison (1991)
Glúten de milho	PNA totais	42,0	Carré (1992)
Farelo de trigo	PNA	44,0	Schutte (1991)

Fonte: Adaptado da Revista Alimentação Animal.

Tabela 5 - Conteúdo de polissacarídeos e lignina de alguns alimentos (% da matéria seca).

	Amido	PNC ³		Celulose	PNA-T ²	Lignina	FD ⁵
		Solúvel	Insolúvel				
Milho	69,0	0,9	6,6	2,2	9,7	1,1	10,8
Trigo	65,1	2,5	7,4	2,0	11,9	1,9	13,8
Centeio	61,3	4,2	9,4	1,6	15,2	2,1	17,4
Cevada ¹	58,7	5,6	8,8	4,3	18,7	3,5	22,2
Cevada ²	64,5	5,0	6,4	1,0	12,4	0,9	13,3
Aveia ¹	46,8	4,0	11,0	8,2	23,2	6,6	29,8
Aveia ²	55,7	5,4	4,9	1,4	11,6	3,2	14,8
Farelo de Trigo	22,2	2,9	27,3	7,2	37,4	7,5	44,9
Casca de Aveia	21,3	1,3	29,5	19,6	50,5	14,8	65,3
Farelo de Soja	2,7	6,3	9,2	6,2	21,7	1,6	23,3
Farelo de Canola	1,8	5,5	12,3	5,2	22,0	13,4	35,4
Peas	45,4	5,2	7,6	5,3	18,0	1,2	19,2
Polpa de Beterraba	0	40,7	17,7	19,5	77,9	3,5	81,4

Fonte: BACH KNUDSEN *et al.*, (2001). ¹ Com casca. ² Sem casca. ³ Polissacarídeo Não Celulósico. ⁴ Polissacarídeos Não Amiláceos Totais. ⁵ Fibra Dietária.

Fibra dietária = PNAs + lignina + amido resistente a digestão + oligossacarídeos não digestíveis + ceras + proteína indigestível

Tabela 6 - Composição (g/kg) em monossacarídeos de baixo peso molecular (MBPM), amido, celulose, polissacarídeos não celulósicos (PNC), PNA total, lignina (Método Klason) e fibra dietária.

	Trigo	Cevada	Farelo de Soja
MBPM			
Frutose	1	1	2
<u>Glicose</u>	T	T	3
Sucrose	8	11	49
Rafinose	5	5	11
Estaquiose	0	0	41
Açúcares totais	15	18	111
Amido	669	547	12
PNA			
Celulose	18	45	72
PNC	100(21) ¹	152(37)	152(28)
Ramnose	0(0)	0(0)	2(1)
Fucose	0(0)	0(0)	4(1)
Arabinose	28(6)	30(3)	28(4)
Xilose	46(7)	63(2)	20(0)
Manose	2(<1)	4(1)	14(2)
Galactose	4(3)	4(1)	45(8)
<u>Glicose</u>	16(4)	46(28)	4(1)
Ácidos Urônicos	4(2)	6(2)	35(13)
PNA total	118	198	224
Lignina	13	36	7
Fibra dietária	130	234	231

Adaptado de GDALA *et al.* (1997). 1 Valores entre parênteses correspondem aos elementos solúveis.

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

- **Desequilíbrio de aminoácidos;**
- **Fatores antinutricionais;**
- **Presença de fitato;**
- **Concentração de PNAs na forma insolúvel em água.**

ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAÇÃO DOS INGREDIENTES

✓ Substituição à farinha de peixe:



www.scb-holding.com

Farinha de peixe

-Vários pesquisadores comprovaram a eficiência da substituição, parcial ou integral, da farinha de peixe por farelo de soja, para peixes onívoros (Viola *et al.*, 1981; Shiau *et al.*, 1990 ; Stech, 1999).

- Leibowitz (1981) → o farelo de soja pode substituir toda a farinha de peixe para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), desde que, atendidas às exigências de energia e fósforo.



www.mfrural.com.br

Farelo de Soja

ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAÇÃO DOS INGREDIENTES

✓ **Tratamentos térmicos:**

- Stech (1999) → o tratamento térmico melhora a qualidade nutricional da soja, muito mais pelo fato de melhorar a digestibilidade da proteína do que pela inativação dos fatores antinutricionais.

ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAÇÃO DOS INGREDIENTES

✓ Uso de enzimas exógenas:

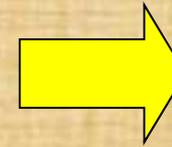
- Adição de 0,05% de um complexo enzimático contendo celulase, protease e amilase à ração de juvenis de tilápia-do-Nilo melhorou a digestibilidade dos nutrientes (Oliveira, 2006).
- Adição de 0,06% de complexo enzimático (amilase, protease, celulase, lipase, pectinase, xilanase, -glucanase e fitase) não interfere no desempenho dos peixes, mas melhora a conversão e a eficiência alimentar (SIGNOR, A.A. *et al.*, 2010) .

Tabela 7 - 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).

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



PNAs

→ “EFEITO BARREIRA” ⇔ nutrientes encapsulados

→ **ESTRATÉGIA:** maior exposição desses nutrientes à
ação enzimática endógena e/ou
exógena

✓ Os PNAs não existem como componentes separados nos alimentos. A maioria é parte da parede celular e está intimamente ligada a outros polissacarídeos ou proteínas e ligninas (Fincher and Stone, 1986).

Figura 4 - Estrutura da parede celular vegetal.

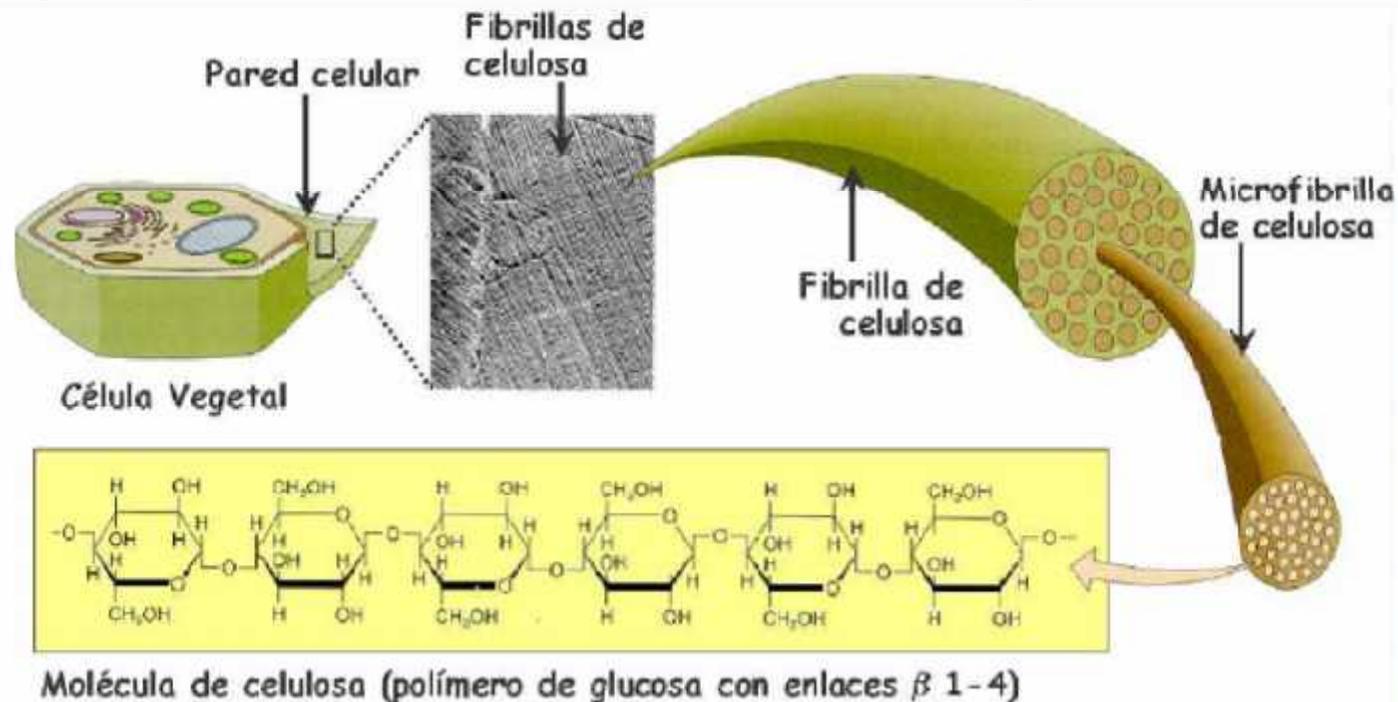


Tabela 8 - Características do crescimento, consumo de ração e conversão alimentar de juvenis de truta arco-íris alimentados com rações contendo diferentes níveis de celulose.

	% de celulose					
	0		10		20	
Ganho de peso ¹	4,6	0,5 a	4,3	0,4 ab	3,9	0,5 c
Consumo de ração ²	5,0		5,4		5,6	
Conversão alimentar	1,2		1,3		1,5	

Adaptado de HILTON *et al.* (1983). Letras diferentes em uma mesma linha denotam diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos pelo teste de Tukey. ¹ kg/100 peixes \pm desvio padrão. ² kg/100 peixes.

Efeito “Barreira” causa piora nos índices zootécnicos!

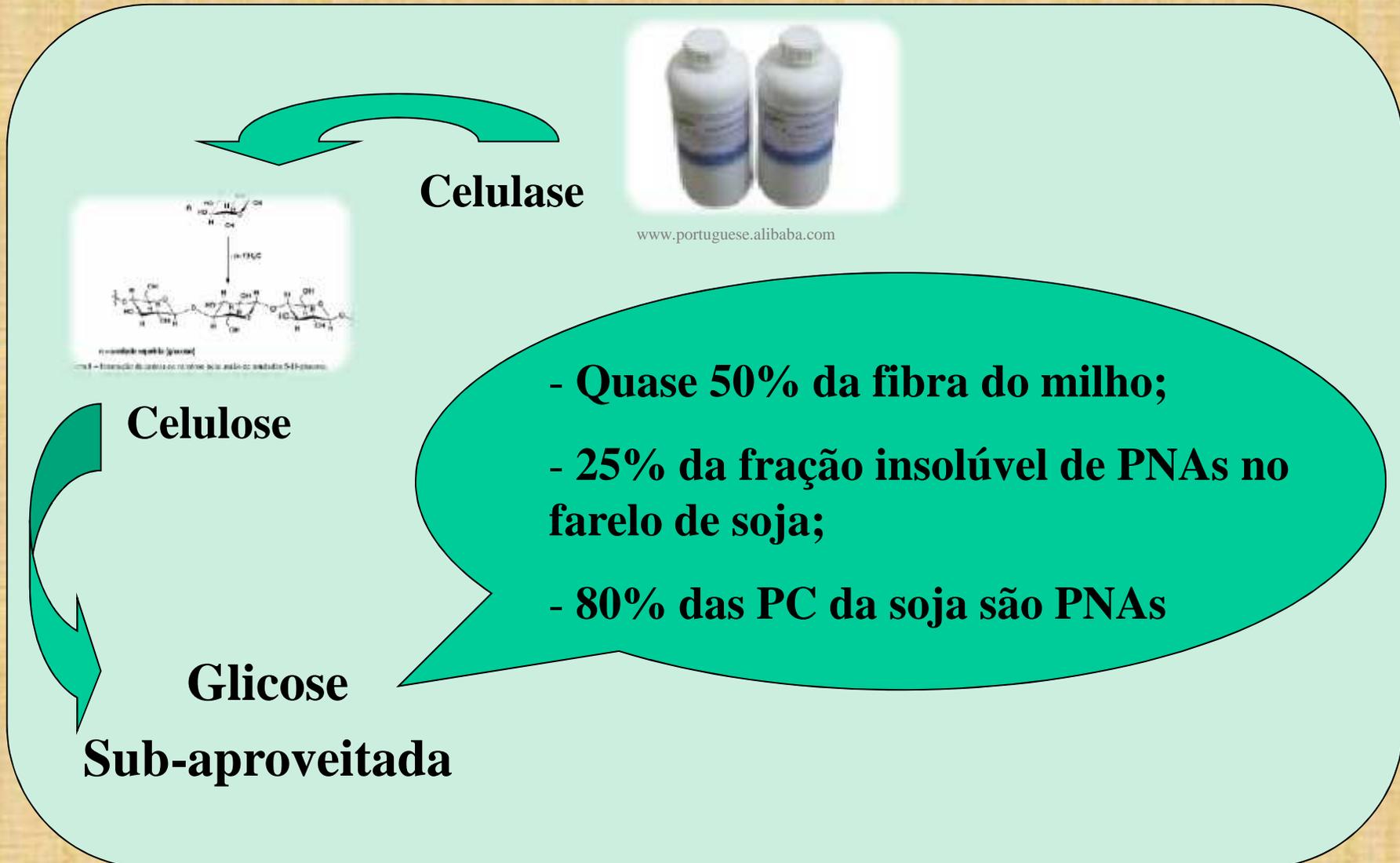
Tabela 9 - Efeito da inclusão de cinco fontes de fibra diferentes na percentagem de ganho de peso e conversão alimentar da tilápia híbrida (*O. niloticus* X *O. aureus*)

Ração	Ganho de peso %		Conversão alimentar	
Carboximetilcelulose	197,87	9,60 c	1,32	0,06 bc
Celulose	190,05	13,13 c	1,36	0,03 c
Agar	217,3	15,12 bc	1,27	0,04 bc
Carragenana	204,33	9,07 bc	1,32	0,06 bc
Guar	228,22	8,09 b	1,22	0,05 b
Glicose	272,38	12,38 a	1,08	0,08 a
Dextrina	258,48	15,35 a	1,16	0,80

Adaptado de SHIAU *et al.* (1989). Letras diferentes em uma mesma linha denotam diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos pelo teste de Tukey.

✓ A glicose proveniente da celulose e a galactose dos galactosídeos podem ser utilizados prontamente pela maioria dos animais (Schutte *et al.*, 1991,1992) e esse fato pode trazer grande aporte de energia para os peixes se os mesmos forem capazes de utilizar a celulose.

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



✓ **Ação do Complexo enzimático sobre os ingredientes:**

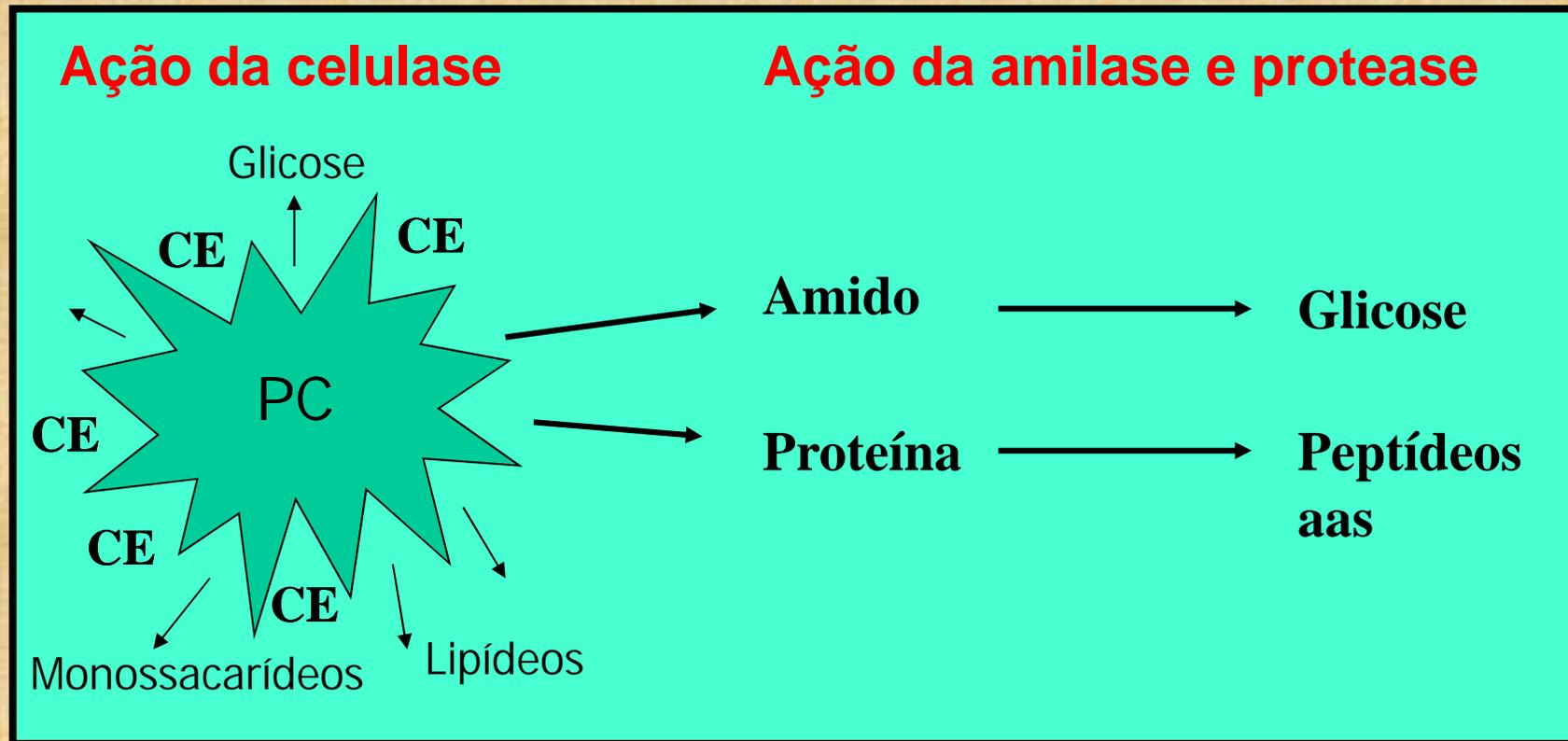


Figura 5 - Ruptura da parede celular (PC), descompartimentalização de nutrientes e aproveitamento de conteúdo energético e protéico por meio da ação do complexo enzimático (CE).

Tabela 10 - Composição da dieta de alevinos de tilápia-do-Nilo.

Item	(%)
Farelo de soja	44,792
Milho	33,171
Farinha de tilápia	13,918
Farinha de vísceras de aves	5,321
Calcário calcítico	1,071
Fosfato bicálcico	0,707
Suplemento (mineral + vitamínico) ¹	0,500
Sal	0,500
Antioxidante (BHT)	0,020

SIGNOR, *et al.* (2010)



Diets Práticas com ou sem substituição de farinha de peixe e aves	Participação na dieta (%)
Farelo de soja + Milho (+ Sorgo)	77,96
Farelo de soja + Milho (substituindo farinha peixe e aves)	97,20

Entretanto...

✓ DESAFIOS PARA A MAXIMIZAÇÃO DO USO DE ENZIMAS EXÓGENAS NA AQUICULTURA:

- Inativação enzimática causada pela extrusão;
- Estratégias de aplicação pós extrusão;
- Manutenção de estabilidade durante armazenamento;
- Solubilização das enzimas no arraçoamento, devido ao contato com a água.

AVANÇOS E PERSPECTIVAS

✓ Conforme LIMA, G.J.M.M; REGINA, R. (2006), devemos aproveitar melhor as potencialidades do milho para a produção animal, pois ele deve ficar menos disponível e por consequência, mais caro.

✓ Grãos com qualidades diferenciadas - que atendam às demandas específicas da indústria de rações - estão se tornando ingredientes especializados, com características desejadas pelos processadores e pelos produtores de rações;

Porkworld, 9 de abril

<http://cimilho.cnpms.embrapa.br/inicio/mostranoticia.php?codigo=397>

AVANÇOS E PERSPECTIVAS

- O segredo para se obter rações de alta qualidade pode estar na exploração dos **aspectos genéticos dos grãos**, podendo resultar em melhoria do desempenho animal com aumento de rentabilidade tanto para os pecuaristas como para os produtores de grãos.

Porkworld, 9 de abril

<http://cimilho.cnpms.embrapa.br/inicio/mostranoticia.php?codigo=397>

Novos produtos gerados por meio de Melhoramento Genético e Bioengenharia:



www.receitando.net

- Híbridos
- Adaptados
- Tolerantes
- Milho alto óleo
- Milho alta lisina
- Milho com fitase
- Vitamina E
- Outros...



www.stemsp.org.br

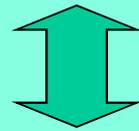
- Equilíbrio aas
- Sem inibidores
- Sabor
- ↓ fitato
- ↑ Fe e Zn
- Vitamina C
- Outros...



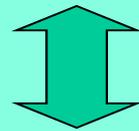
www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br

- Baixo tanino
- ↓ lignina
- Outros...

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



**Conhecimento científico
e
Desenvolvimento tecnológico**



Ração Prática → “Ração Ideal”

Estratégias para o Desenvolvimento de Rações Ideais:

FERRAMENTAS

- Enzimologia
- Melhoramento Genético
- Bioengenharia
- Nutrigenômica
- Agricultura de precisão

CONCEITOS

- Efeito barreira
- Qualidade e adequação
- Proteína ideal
- Alimentos funcionais
- Nutrição de precisão

✓ **Ração Ideal**

- ↑ Otimização de nutrientes;
- ↓ Suplementação;
- ↓ Impactos ambientais
- ↑ Eficiência econômica

CONSIDERAÇÕES FINAIS

✓ O pleno conhecimento sobre a composição química e bromatológica dos ingredientes de origem vegetal disponíveis no país, é imprescindível para a sensibilização dos pesquisadores quanto à necessidade de melhor aproveitamento destes ingredientes nas rações para peixes;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

✓ A utilização de dietas práticas na produção comercial de algumas espécies onívoras, como a tilápia, podem apresentar-se viável técnica e economicamente, desde que haja estratégias eficazes e econômicas para a disponibilização dos nutrientes contidos nos materiais de origem vegetal, que comumente as compõe;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ **A maior otimização no aproveitamento de ingredientes de origem vegetal na alimentação de peixes, permitirá altos ganhos para o país em termos de autonomia e competitividade do pescado brasileiro no cenário internacional, haja vista o grande potencial produtivo e ou alta disponibilidade desses produtos no território nacional;**

CONSIDERAÇÕES FINAIS

✓ O emprego de enzimas exógenas e a bioengenharia mostram-se como tecnologias promissoras para a maximização do aproveitamento de ingredientes encapsulados, que representam parcela significativa das matérias-primas que compõem dietas práticas, utilizadas na alimentação de peixes.



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