

# **COMPORTAMENTO ALIMENTAR, CRESCIMENTO E DIGESTIBILIDADE DE JUVENIS DE PACU *Piaractus Mesopotamicus* ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES DE CARBOIDRATOS.**

Ana Paula Guerrelhas Teixeira, Dalton José Carneiro, Eliane Gonçalves Freitas. – Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Zootecnia – Departamento de Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal.

O pacu *Piaractus mesopotamicus* apresenta grande porte e rápido crescimento, além de inúmeras outras características desejáveis em uma espécie para o cultivo e por isso é alvo da atenção de biólogos de pesca na América Latina e uma espécie bem sucedida na piscicultura brasileira há mais de 20 anos (BONETTO e CASTELLO, 1985).

Na aquicultura, os gastos com alimentação constituem a maior fração dos custos operacionais (TACON, 1989), por isso, é necessário reduzir custos sem afetar a qualidade das dietas. Um caminho é a utilização de fontes de energia mais baratas, como ingredientes ricos em carboidratos, com vistas à economia da proteína como fonte de energia para o metabolismo num processo conhecido como "protein sparing" (TOLEDO, 2004). Este processo pode ter algumas consequências importantes para o meio ambiente e a economia dos recursos disponíveis.

Os amidos dos grãos e plantas são os principais carboidratos digestíveis encontrados nas rações comerciais para peixes (RAWLES e LOCHMANN, 2003). A maior parte dos amidos é composta por 70-80% de amilopectina e 20-30% de amilose (GALLANT et al., 1992), mas existem inúmeras outras classes de amidos com proporções amilopectina/amilose alteradas por processos químicos e físicos ou pelo cultivo de variedades mutantes de grãos. Diversas fontes de carboidratos têm demonstrado ter um efeito significativo sobre a utilização do alimento e taxa de crescimento em algumas espécies de peixes (BERGOT e BREQUE, 1983; HILTON et al., 1987; HUNG, 1991; HEMRE e HANSEN, 1998).

Em estudos de nutrição, os coeficientes de digestibilidade aparente são geralmente utilizados com o objetivo de determinar o valor nutricional dos alimentos (RODRIGUES, 1994) e a partir destes dados atender as exigências nutricionais de uma espécie, uma vez que o conhecimento dos hábitos alimentares e fornecimento de uma dieta equilibrada não é suficiente para assegurar respostas positivas no desempenho do animal (SOUZA 1989). A utilização de dietas com alta atratividade e palatabilidade também é importante na otimização do manejo alimentar e nutrição dos peixes, que como a maioria dos animais domésticos, devem ser alimentados a partir de critérios que possam facilitar seu acesso à dieta.

Diante da necessidade de maiores estudos com fontes energéticas como os carboidratos e a importância da consideração dos aspectos de comportamento alimentar para o desenvolvimento de dietas ideais, foi desenvolvido o presente trabalho com o objetivo de observar e quantificar a digestibilidade, o desempenho e a preferência de juvenis de pacu por rações contendo diferentes fontes de carboidratos, bem como sua capacidade de saciação com as diferentes dietas. Para isso, os peixes foram alimentados com sete dietas isoprotéicas, que tinham uma composição básica de ingredientes e 20 ou 40% de uma das fontes purificadas de carboidratos estudadas, as quais possuem diferentes complexidades, a saber: os *polissacarídeos* (amido de milho regular e amido de milho "waxy"), os *polissacarídeos modificados* (amido de milho pré-gelatinizado e modificado, e fécula de mandioca modificada e pré-gelatinizada), os *polissacarídeos parcialmente hidrolisados* (dextrina e maltodextrina) e o *Monossacarídeo* (dextrose).

No primeiro ensaio, foram utilizados 420 juvenis de pacu com peso médio de 70 g, para a coleta de fezes no estudo da digestibilidade das dietas preparadas, seguindo o sistema de Guelph modificado. As composições de nutrientes e os teores do marcador nas dietas e nas fezes coletadas foram analisadas para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da energia (EB), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e extrativo não nitrogenado (ENN). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com 14 tratamentos em esquema fatorial 7x2, correspondente a sete fontes de carboidratos e dois níveis de inclusão, com quatro repetições cada.

Para avaliação do comportamento alimentar e desempenho, foi utilizado só o nível de inclusão de 40% das fontes testadas. Neste ensaio, foram utilizados peixes com peso inicial médio de  $29,07 \pm 2,68\text{g}$  e  $112,98 \pm 4,28\text{ mm}$  de comprimento total, treinados para alimentação em comedouros, estocados em 21 aquários experimentais, na densidade de 8 peixes/caixa. Durante este segundo ensaio foram avaliados: tempo de atratividade (TA), proporção de peixes comendo (PC), atratividade (AT), consumo médio (CM), índice de ingestão alimentar (IIA), tempo de saciação do grupo (TS) e velocidade de consumo (VC). Ao final do período experimental de 30 dias, foram calculados: ganho de peso, crescimento e conversão alimentar. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (dietas teste), com três réplicas. Todos os dados foram analisados pelo programa estatístico SAS V.8.0.

As condições físico-químicas da água foram medidas semanalmente e mostraram os valores médios de temperatura -  $27,7 \pm 0,25^\circ\text{C}$ , oxigênio dissolvido -  $4,8 \pm 0,85\text{ mg/L}$ , alcalinidade -  $154 \pm 3,5\text{ mg/L}$  e pH -  $7,62 \pm 0,05$ .

A Tabela 1 mostra as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), proteína bruta (CDaPB), extrato etéreo (CDaEE), extrativo não nitrogenado (CDaENN) e energia (CDaEB) das dietas.

**Tabela 1.** Valores de F, CV e coeficientes de digestibilidade aparente (Cda) dos nutrientes e da energia das dietas experimentais para pacu.

Causas de Variação	Valores de F				
	CDa MS	CDa PB	Cda EE	CDa ENN	CDa EB
Efeito da fonte (F)	3,9**	8,8**	3,9**	3,2*	7,08**
Efeito do nível (N)	171,7**	0,0 <sup>NS</sup>	0,8 <sup>NS</sup>	385,1**	722,9**
Interação F x N	0,76 <sup>NS</sup>	1,9 <sup>NS</sup>	9,5**	2,4*	1,52 <sup>NS</sup>
CV (%)	10,8	2,4	0,8	5,6	4,0
<b>Médias p/ fontes (%)<sup>1/</sup>:</b>					
AR	$55,6 \pm 15,3\text{ ab}^{2/}$	$84,2 \pm 2,3\text{ b}$	$96,8 \pm 1,3$	$77,1 \pm 18,7$	$72,8 \pm 13,6\text{ b}$
AW	$46,5 \pm 10,7\text{ d}$	$81,4 \pm 2,2\text{ c}$	$97,4 \pm 0,4$	$73,4 \pm 17,0$	$74,0 \pm 11,0\text{ b}$
APG	$60,6 \pm 13,9\text{ a}$	$86,9 \pm 1,7\text{ a}$	$96,1 \pm 0,7$	$81,9 \pm 11,9$	$79,5 \pm 11,3\text{ a}$
FM.	$54,6 \pm 14,0\text{ abc}$	$85,3 \pm 2,1\text{ ab}$	$97,0 \pm 0,9$	$80,4 \pm 13,4$	$73,6 \pm 12,9\text{ b}$
DI	$50,7 \pm 12,8\text{ bcd}$	$80,9 \pm 2,2\text{ c}$	$97,0 \pm 1,6$	$71,1 \pm 12,1$	$64,7 \pm 15,3\text{ c}$
MD	$48,6 \pm 14,0\text{ cd}$	$84,5 \pm 2,3\text{ b}$	$95,6 \pm 1,0$	$77,0 \pm 10,4$	$72,2 \pm 13,2\text{ ab}$
DO	$51,2 \pm 11,7\text{ bcd}$	$85,1 \pm 1,8\text{ ab}$	$96,2 \pm 1,7$	$75,1 \pm 13,3$	$74,3 \pm 10,9\text{ b}$
<b>Médias p/ níveis (%):</b>					
20%	$40,6 \pm 5,0\text{ b}$	$83,9 \pm 2,4$	$96,7 \pm 1,4$	$63,0 \pm 5,4$	$61,1 \pm 5,1\text{ b}$
40%	$62,5 \pm 7,9\text{ a}$	$84,2 \pm 3,2$	$96,5 \pm 1,1$	$87,8 \pm 5,1$	$84,7 \pm 2,5\text{ a}$

<sup>1/</sup>Fontes: **AR**: amido de milho regular; **AW** - amido de milho “waxy”; **APG**: amido de milho pré-gelatinizado e modificado; **FM**: fécula de mandioca modificada e pré-gelatinizada **DI**: dextrina; **MD**: maltodextrina; **DO**: dextrose (glicose). <sup>2/</sup>Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan. \* (P<0,05), \*\* (P<0,01), <sup>NS</sup> (P>0,05).

Não foi observado efeito do nível de inclusão dos carboidratos nas médias do CDaPB, e portanto, o pacu apresentou boa capacidade de aproveitamento da proteína bruta, sem ser afetado pelo nível de fibra bruta da ração. Foram verificados os efeitos significativos (P<0,05) para os carboidratos e do seu nível de utilização sobre as médias de CDaMS, mas não foi encontrada interação entre os fatores. Os baixos valores médios de CDaMS obtidos podem estar representando o efeito aditivo da digestibilidade dos nutrientes das dietas, especialmente o efeito causado pela concentração de fibra bruta utilizada nas rações com 20% de inclusão dos carboidratos, nas quais foi utilizado um teor maior de celulose na formulação (22,3%) do que com 40% de inclusão (2,3%). A maior média de CDaMS foi observada para o amido de milho pré-gelatinizado e modificado e pode ter sido decorrente dos

processos térmicos e químicos aos quais o amido de milho é submetido, modificando o arranjo original das suas moléculas deixando-as mais disponíveis. A menor média de CDaMS foi encontrada com amido “waxy”, caracterizado por ter 99% de amilopectina, o que mostra que o pacu tem dificuldade para aproveitar dietas com alto teor de moléculas ramificadas como as que o constituem.

Analisando os efeitos para cada fonte estudada, foi observado que com 20% de inclusão do carboidrato, o aproveitamento do extrato etéreo foi maior nas dietas contendo amido regular ou dextrina. Nesse nível de inclusão, a menor média de digestibilidade foi obtida com a glicose. No entanto, com 40% do carboidrato, as melhores médias (97,9% e 97,4%) foram encontradas com a inclusão de glicose e amido de milho “waxy”. Não houve efeito do nível de inclusão para as outras fontes.

Quanto aos resultados de digestibilidade dos extrativos não nitrogenados, observou-se que as dietas com 40% de inclusão de glicose apresentaram uma média satisfatória (87,5%), o que pode estar relacionado ao pequeno tamanho da sua molécula, que facilitaria sua rápida absorção. Para todas as dietas, foi observado que a inclusão de 40% do carboidrato gerou significativamente melhores médias de CDaENN, refletindo o pior aproveitamento deste nutriente em dietas de maior conteúdo de fibra. Apresentaram as melhores médias, o amido de milho regular (93,3%) e a fécula de mandioca modificada e pré-gelatinizada (90,8%), com valores similares para os demais ingredientes com semelhante grau de complexidade (APgM e AW). Quando as dietas foram formuladas com 20% de carboidratos, a maltodextrina mostrou a melhor média (67,1%) e a dextrina a menor (59,0%). Os altos e melhores valores para os CDaENN encontrados nas dietas com 40% da fonte mostram a capacidade que o pacu possui de aproveitar altos níveis de carboidratos digestíveis da dieta.

A partir das médias dos CDaEB das dietas experimentais calculadas, nota-se que assim como foi encontrado para os CDaMS e os CDaPB, o melhor aproveitamento energético foi observado com a utilização do amido de milho pré-gelatinizado e modificado (79,5%) e o menor em dietas contendo dextrina (64,7%). Foi constatado que a utilização de 40% das fontes de carboidratos gerou valores médios significativamente melhores de CDaEB (84,7%) quando comparados com 20% (61,1%). Considerando-se que as dietas testadas foram isocalóricas ( $\pm 4200 \text{ cal g}^{-1}$ ) e a ausência de efeitos significativos do nível de inclusão no CDaPB e no CDaEE, pode-se deduzir que as diferenças nos CDaEB encontrados para as fontes e para os níveis foram provocadas pelo aproveitamento calórico do extrativo não nitrogenado, como foi constatado na análise do CDaENN.

A digestibilidade de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, extrativo não nitrogenado e energia bruta das dietas para pacu pode ser afetada por fatores como quantidade, qualidade e processamento da fonte utilizada de carboidratos. A utilização de 40% de fontes de carboidratos digestíveis com diferentes graus de complexidade resultou em melhores coeficientes de digestibilidade em dietas para o pacu.

Para todos os parâmetros relacionados ao desempenho de produção (ganho de peso, crescimento e conversão alimentar) as dietas contendo fécula de mandioca (que também apresentou melhor coeficiente de digestibilidade aparente) e maltodextrina apresentaram as melhores médias, ao contrário daquelas contendo amido de milho regular e dextrose, esta última sendo provada como uma fonte de energia indesejável em dieta para pacu (Tabela 2).

**Tabela 2.** Ganho de Peso ( GP - g), Crescimento (mm) e Conversão alimentar (CA) do pacu aos 30 Dias.

Valor de F	GP	Crescimento	CA
	21.71**	19.19**	6.25**
CV	18.12	17.54	156.99
<b>Médias p/ dietas com:</b>			
Amido Milho Regular	11.50 b	13,84 b	2.91 b
Amido Waxy	18.80 ab	18,11 ab	1.76 a
Amido Milho Modificado e Pré-gelatinizado	18.62 ab	17,50ab	1.77 a
Fécula de Mandioca Modif. e Pré-gelatinizada	25.00 a	23,07 a	1.20 a
Maltodextrina	20.09 a	18,65 ab	1.69a
Dextrina	18.89 ab	18,27 ab	1.73 a
Dextrose Monohidratada	0.69 c	1,12 c	-
(dms)	(8,20)	(7,72)	(0,82)

Médias seguidas de diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). \*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ .

Foi verificado que todas as dietas testadas são palatáveis para o pacu, já que foram consumidas pelos peixes sem diferenças significativas em todos os parâmetros de consumo e comportamento alimentar. Concluiu-se que o estudo sobre desempenho de produção foi o mais eficiente que o de comportamento alimentar para avaliar o potencial de utilização destas fontes de carboidratos em dietas para o pacu, uma vez que o último não se mostrou eficiente para tal. Para melhor avaliação da preferência dos peixes por qualquer uma das dietas, outros testes precisam ser realizados, levando em consideração o aprendizado e condicionamento dos peixes durante os testes.

#### **Referências Bibliográficas:**

BONETTO, A.A.; CASTELLO, H.P. **Pesca y piscicultura em águas continentales de América Latina**. Washington, D.C.: OEA, 1985. 118 p.

TACON, A.G.J. **Nutrição e alimentação de peixes e camarões cultivados – manual de capacitação**. FAO, 1989. 136 p. (Documento 4)

TOLEDO, M.P.A. **Processamentos de dietas práticas com diferentes fontes de energia para o crescimento e a digestibilidade da tilápia do Nilo**. 2004. 79 f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – FCAV, UNESP, Jaboticabal, 2004

RODRIGUES, A.M.P. **Digestibility studies in fish: a review**. Porto: Instituto de Zoologia Dr. Augusto Nobre, Porto, 1994. 30p (Monografia, n.6).

SOUZA, R.R.P. **Digestibilidade aparente da proteína de dietas para o híbrido de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 1989. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, SP, Brasil, 1989.

RAWLES, S. e LOCHMANN, R. Effects of amylopectin/amylase starch ratio on growth, body composition and glycemic response of sunshine bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis*). **J. of the World Aquaculture Soc.**, Baton Rouge, v. 34, p. 278-288, 2003

GALLANT, D.J., BOUCHET, B., BULEON, A., PÉREZ, S. Physical characteristics of starch granules and susceptibility to enzymatic degradation. **European J. of Clinical Nutrition**, Hampshire, v. 46, n. 2, p. S3-S16, 1992

BERGOT, F.; BREQUE, J. Digestibility of starch by rainbow trout: Effects of the physical state of starch and of the intake level. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 34, p. 203-212, 1983

HILTON, J.W.; PLISETSKAYA, E.M.; LEATHERLAND, J.F. Does oral 3,5,3' triiodo-L-thyronine affect dietary glucose utilisation and plasma insulin levels in rainbow trout (*Salmo gairdneri*)? **Fish Physiology and Biochemistry**, Dordrecht, v. 4, p. 113-120. 1987

HUNG, S.S.O. Carbohydrate utilization by white sturgeon as assessed by oral administration tests. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 121, p. 1600-1605, 1991

HEMRE, G.I.; HANSEN, T. Utilization of different dietary starch sources and tolerance to glucose loading in Atlantic salmon during parr - smolt transformation. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 161, p. 145-157, 1998

**Bolsa:** CNPq/PIBIC