

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JULIANE RENATA GAIOTTO

Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*)

Pirassununga
2005

JULIANE RENATA GAIOTTO

Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*)

Dissertação apresentada à
Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo, como
parte dos requisitos para a obtenção
do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Elisabete
Maria Macedo Viegas.

2005

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

G143u	<p>Gaiotto, Juliane Renata</p> <p>Utilização de levedura de cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>) / Juliane Renata Gaiotto – Pirassununga, 2005.</p> <p>87 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo.</p> <p>Departamento de Zootecnia.</p> <p>Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.</p> <p>Orientador: Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas.</p> <p>Unitermos: 1. <i>Pseudoplatystoma coruscans</i> 2. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> 3. Derivados de levedura 4. Desempenho produtivo 5. Digestibilidade I. Título.</p>
-------	---

À Terezinha Salvador, minha mãezinha, por sempre estar ao meu lado. Eu te amo.

Dedico

Aos meus irmãos, Cristiane, Alexandre e Rodrigo, vocês são uma parte imensa de mim.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas, pela orientação e aprendizado.

Ao César Augusto Polano de Oliveira, pelo carinho, amizade, compreensão e amor. Agradeço por cada dia que passamos juntos.

Ao Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino (Zico), pela orientação na condução do experimento, pela amizade e segurança transmitida.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão da bolsa de estudo.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, pela oportunidade de realização do mestrado.

À SUPREMAIS Produtos Bioquímicos Ltda, Valinhos/SP, na pessoa do Dr. José Eduardo Butolo, pela doação do suplemento vitamínico e mineral utilizado nas dietas experimentais.

À Usina Santo Antônio pela doação dos ingredientes testados.

Aos professores Dr. João Alberto Negrão, Dr. Luiz Edivaldo Pezzato e Dr. César Gonçalves de Lima essenciais na condução do experimento.

Aos técnicos de laboratório Apolinário José Ferraz, amigo de todas as horas, por tudo que me ensinou e, Sandra Oliveira pela amizade e momentos agradáveis de serviço.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura da ESALQ/USP, Sérgio e Júnior, que tão bem me acolheram, e não mediram esforços para me auxiliar.

A Jony Dairiki, um bom amigo e companheiro perfeito no trabalho. E aos estagiários do setor de Piscicultura da ESALQ/USP.

A Giovani Gonçalves, pelo auxílio na formulação e extrusão das rações.

Aos meus cunhados Luiz Caldana e Emília Grandó, pelo apoio.

À Tatiana R. Garcia, pelos anos de amizade, atenção e paciência. Por me fazer rir e, rir e, rir e por me deixar chorar. Prova de que com um pouco de compreensão pessoas tão diferentes podem conviver num mesmo espaço. Pelo auxílio na execução do experimento e elaboração da dissertação.

À Milena A. de Souza, pela amizade e companheirismo nos bons e maus momentos. Pela colaboração no experimento e elaboração da dissertação.

À Rose Meire Vidotti pelo auxílio na execução do experimento e principalmente pela amizade.

As amigas Ana, Adriana e Carolina, por terem me dado uma casa com ambiente de amizade e paz para viver, e pela amizade nessa fase tão difícil da minha vida.

Aos amigos de alojamento Leila, Mayra, Andréia, André, Weber, Evelise, Ygor, Rombola, Arlindo (Minhoca), Raquel, Mário e Luiz Roma, pelos bons (e maus) momentos que passamos juntos e por muitas vezes serem compreensivos e pacientes.

Aos amigos Bruno, Käthery, Fernanda (Rot), Marco Aurélio, Flávio, Flávia e Thaís, as festas e a amizade irão deixar saudade.

Ao amigo Rodrigo (Bugio) por me ensinar a ouvir as músicas gaúchas. Poucos amigos são para sempre.

A Gustavo Del Claro (Chorão), sempre uma boa companhia e um ombro amigo.

Ao meu velho amigo Netto, pela lição de vida. Mostrar-me que nem tudo na vida é possível.

Ao amigo Fernando Salles, pelo apoio em todos os momentos de meu mestrado.

Ao meu pai Nilton Luiz Gaiotto, essencial na construção do meu caráter.

A todos aqueles que de maneira direta ou indireta auxiliaram no desenvolvimento do projeto. MUITO OBRIGADA!

RESUMO

GAIOTTO, J.R. **Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*)**. 2005. 87f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de dois níveis (2,5 e 5%) de levedura íntegra desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus derivados, parede celular de levedura (MOS) e autolisado de levedura, em dietas para juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), sobre os parâmetros de desempenho produtivo, composição corporal, índices hepatossomático e víscerosomático e digestibilidade aparente dos ingredientes-teste. Foram utilizados 336 juvenis de pintado, já treinados a comer ração seca, com peso médio aproximado de 17 g distribuídos em um Delineamento Inteiramente Casualizado em esquema fatorial 3 x 2 + 1 correspondente aos três ingredientes-teste utilizados em duas diferentes porcentagens de fornecimento e tratamento testemunha (sem levedura ou derivados), utilizando-se “hapas” com capacidade para 60 litros, com 12 peixes por unidade. Foram formuladas 7 dietas isoprotéicas (45% PB) e isoenergéticas (4200 kcal EB/kg), contendo levedura íntegra desidratada, levedura autolisada e parede celular de levedura (2,5 % e 5,0 %). As dietas foram fornecidas durante 64 dias, 2 vezes ao dia e *ad libitum*. Parâmetros físico-químicos da água como oxigênio dissolvido, temperatura e pH foram monitorados diariamente. Os parâmetros de desempenho avaliados foram taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, sobrevivência e consumo de ração. As análises de composição corporal, índice viscerossomático, índice hepatossomático foram realizados após o período experimental. O ensaio de digestibilidade foi conduzido para determinar o coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes-teste, utilizando-se rações com marcador inerte óxido de cromo. A levedura e seus derivados tiveram efeito sobre a composição de carcaça, TCE%, SO% e CR(g), níveis plasmáticos de proteína e ácido úrico. O tratamento sem levedura apresentou

a menor taxa de sobrevivência, podendo-se inferir que a levedura e seus derivados podem melhorar o sistema imunológico dos pintados. Os coeficientes de digestibilidade aparente obtidos para a proteína da levedura íntegra, parede celular e levedura autolisada foram respectivamente de 71,54%, 77,45% e 28,48%. Conclui-se, portanto, que a levedura e seus derivados podem ser utilizados na nutrição de pintados em até 5% como pró-nutrientes, promovendo melhor desempenho e sobrevivência, sem prejuízo ao metabolismo dos animais.

Palavras-chave: *Pseudoplatystoma coruscans*, *Saccharomyces cerevisiae*, derivados de levedura, desempenho produtivo, digestibilidade.

ABSTRACT

GAIOTTO, J.R. **Utilization of sugar cane yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its by-products in feeding juvenil of pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*).** 2005. 87f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

The goal of this study is to appraise the inclusion of two levels (2,5 and 5%) of dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its by-products, yeast cell wall (MOS) and disrupted yeast cells, in diets for juveniles of pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), based on its productive pattern performance, body composition, hepatosomatic and viscera somatic and digestibility index that appears on the test ingredients. It was used 336 of juvenile of pintado, already trained to eat dried portion, with medium average weight of 17 g distributed in a totally randomized 3 x 2 + 1 factorial design, corresponding to three test ingredients, used in two different percentages supplied in testimony treatment (without yeasts or by-products), Using cages with capacity of 60 lt., with 12 fishes per unit. It was developed 7 isonitrogenous diets (45% CP) and isoenergetic diets (4200 kcal EB/kg), containing dried yeast, disrupted yeast cells and yeast cell wall (2,5 % e 5,0 %). The diet was supplied during 64 days, 2 times per day and *ad libitum*. The physical-chemical analysis patterns of water as dissolved oxygen, temperature and pH was daily monitored. The performance patterns appraised were based on specific growing rate, apparent feed conversion, survival and consumption of portion. The analysis of body composition index of viscera somatic, hepatosomatic were realized after the experimental period. The digestibility trial was conducted to determine the apparent digestibility coefficients (ADC) for test ingredients, using diets with chromic oxide as inert marker. The yeast and its by-products had effect over carcass composition, Specific growth rate (SGR%), Survival (S %) and Feed Intake (g), protein plasmatic levels and uric acid. The treatment without yeast presented the lower tax of survival, being able to indicates that the yeast and its by-products can improve the pintados immune system. The ADC obtained to yeast protein, yeast cell wall and disrupted yeast cells were 71,54%, 77,45% and 28,48%. In summary, the yeast and its by-

products can be used in the pintados nutrition until 5% as feed additive, promoting better performance and survival, without damage the animals metabolism.

Key words: *Pseudoplatystoma coruscans*, *Saccharomyces cerevisiae*, yeast by-products, productive performance, digestibility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tanque preparado para receber os animais	42
Figura 2 - Gaiola onde os animais foram alojados	43
Figura 3 - Animais alojados no final do experimento.....	44
Figura 4 - Animal sendo dissecado para retirada de vísceras.....	45
Figura 5 - Animais sendo anestesiados com benzocaína	48
Figura 6 - Procedimento de coleta de sangue.....	48
Figura 7 - Aquários de alimentação.....	50
Figura 8 - Aquários para coleta de fezes com coletor refrigerado	51
Figura 9 - Coletores de fezes	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação e composição centesimal* das rações extrusadas utilizadas no experimento de desempenho	47
Tabela 2 - Composição centesimal* dos ingredientes utilizados nas rações do experimento de digestibilidade	53
Tabela 3 - Fórmula e composição da dieta referência	54
Tabela 4 - Composição centesimal* das dietas utilizadas nos testes de digestibilidade.....	54
Tabela 5 - Valores médios ^A (\pm DP) e análise estatística para composição centesimal da carcaça dos peixes.....	56
Tabela 6 - Valores médios ¹ (\pm DP) para Ganho de Peso Médio (GPM), Taxa de Crescimento Específico (TCE), Conversão Alimentar Aparente (CAA), Sobrevivência (SO) e Consumo de Ração (g) (CR).....	60
Tabela 7 – Valores médios (\pm DP) da Taxa de Eficiência Protéica TEP, Índice de Retenção de Nitrogênio (IRN%) e Proteína Bruta no Ganho de Peso (PBG%)	64
Tabela 8 - Valores médios (\pm DP) dos Índices hepatossomático (IHS), víscerosomático (IVS) e a relação entre comprimento total, comprimento intestinal relativo(CI).....	65
Tabela 9 - Parâmetros bioquímicos plasmáticos.....	70
Tabela 10 - Valores médios ^A dos nutrientes dos ingredientes e seus respectivos coeficientes de digestibilidade aparente e proteína digestível para pintados (<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>)	74

SUMÁRIO

1. Introdução	13
2. Revisão da Literatura	15
2.1. <i>A espécie utilizada</i>	15
2.2. <i>Considerações sobre as leveduras e seus derivados</i>	17
2.3. <i>Utilização de leveduras e seus derivados na alimentação animal</i>	22
2.4. <i>A nutrição do pintado (<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>)</i>	30
2.5. <i>Digestibilidade dos ingredientes</i>	32
2.6. <i>Aspectos metabólicos</i>	36
3. Material e Métodos	41
3.1. <i>Ensaio 1: Desempenho produtivo</i>	41
3.1.1. <i>Animais e condições experimentais</i>	41
3.1.2 <i>Parâmetros de desempenho</i>	45
3.1.3. <i>Dietas experimentais</i>	46
3.1.4 <i>Análises sanguíneas</i>	48
3.2. <i>Ensaio 2: Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente</i>	49
3.2.1. <i>Condições experimentais</i>	49
3.3. <i>Delineamento Experimental</i>	55
4. Resultados e Discussão	55
4.2. <i>Ensaio de desempenho produtivo</i>	55
4.2.1. <i>Parâmetros bioquímicos plasmáticos</i>	69
4.1. <i>Ensaio de Digestibilidade</i>	74
5. Conclusões	79
REFERÊNCIAS	80

1 Introdução

A utilização de dietas balanceadas é de fundamental importância para que os peixes possam demonstrar seu máximo potencial produtivo. Estas vêm sendo utilizadas intensamente no cultivo de peixes no Brasil e representa entre 40 e 70% do custo operacional das pisciculturas. Atualmente os altos custos das fontes protéicas, exigem reavaliações nos níveis de proteínas utilizados nas rações assim como a busca por fontes alternativas. As dietas devem conter quantidades adequadas de proteína, carboidratos, vitaminas e minerais, sendo a quantidade de cada ingrediente dependente de vários fatores incluindo os requerimentos da espécie em estudo, a palatabilidade do ingrediente, custo, disponibilidade e a qualidade deste (KUBITZA, 1998; COLDEBELLA e RANDÜNZ NETO, 2002).

Devido ao aumento da produção de peixes no mundo e ao alto custo dos ingredientes utilizados nas rações, tem sido estudadas fontes alternativas na alimentação destes animais. Dentro deste contexto, vem se destacando a utilização de microrganismos, por serem de fácil propagação e possuírem boa composição química. Podendo ser utilizados como prebióticos, probióticos, pró-nutrientes ou mesmo como fonte de nutrientes.

No Brasil um grande volume de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) é produzido como subproduto das indústrias de cerveja, indústrias produtoras de etanol e setor de panificação, com valores de produção ao redor de 140 mil ton/ano. Leveduras autolisadas e extrato de leveduras são tradicionalmente utilizadas na indústria de alimentos como flavorizante e suplemento nutritivo, componente de sopas e produtos cárneos. Ainda, tem sido utilizada na alimentação humana como aditivo de excelente qualidade nutricional, principalmente como fonte protéica, de minerais e vitaminas do complexo B, ainda que os níveis de vitamina A e C sejam

reduzidos (CABALLERO-CÓRDOBA e SGARBIERI, 2000; VILELA; SGARBIERI; ALVIN, 2000bc, PÁDUA; OLIVEIRA; SGARBIERI, 2000; SGARBIERI et al., 1999).

Além das leveduras, microalgas e bactérias, são potenciais ingredientes não convencionais na alimentação de peixes, não somente devido ao valor nutricional de seus nutrientes, mas também por possuir pigmentos e carboidratos complexos, como as glucanas (SANDERSON e JOLLY, 1994). Acredita-se também que leveduras como a *Candida* sp, a *Saccharomyces cerevisiae*, e seus derivados possuam propriedades estimulantes em virtude de seus carboidratos complexos e ácidos nucleicos. Entre estes ingredientes a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) é a de maior utilização em aquicultura.

Derivados de levedura são produtos obtidos através do processamento da célula íntegra. A obtenção do autolisado baseia-se no rompimento da célula (parede celular), por autólise mecânica ou enzimática, fazendo com que o conteúdo citoplasmático fique exposto ao meio externo (FREIMUND et al., 2003). Para obtenção da parede celular é retirado este conteúdo, apenas restando a parede celular da levedura, onde estão localizados alguns dos componentes de interesse (oligossacarídeos) (SGARBIERI et al., 1999).

Resultados favoráveis obtidos em nosso laboratório (FZEA/USP), com a tilápia do Nilo alimentadas com levedura íntegra e seus derivados (CARVALHO, 2002), os peixes tiveram excelente ganho de peso quando alimentados com dietas contendo parede celular e autolisado de levedura, porém foram utilizados como fonte protéica, substituindo 25% da proteína da dieta. Estudos recentes têm demonstrado que alguns componentes das leveduras apresentam potencial pró-nutrientes no desenvolvimento de peixes, quando utilizados em pequenas

quantidades. Esta ação favorável provavelmente seja devido ao aumento da ação protetora do mecanismo de defesa do organismo animal.

Portanto, justificam-se estudos que avaliem os efeitos da adição de leveduras e seus derivados nas dietas do pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) como forma de melhorar o desempenho produtivo destas espécies de elevado valor comercial.

2 Revisão da Literatura.

2.1 A espécie utilizada.

Peixes carnívoros como os tucunarés (*Cichla sp.*), os dourados (*Salminus sp.*), traíras (*Hoplias sp.*), pirarucus (*Arapaima sp.*) e surubins (*Pseudoplatystoma sp.*) apresentam preferência por organismos e/ou animais de maior porte em sua alimentação (insetos, crustáceos, peixes, anfíbios), muitos apresentando exclusivo hábito alimentar piscívoro. Os peixes carnívoros são muito apreciados em todo o mundo pela excelente qualidade de sua carne, o que resulta em alto valor de mercado.

O Brasil apresenta grande diversidade de peixes carnívoros de excelente potencial para a piscicultura. Dentre as espécies de bagres nativos mais valorizados encontram-se os surubins (*Pseudoplatystoma coruscans* e *Pseudoplatystoma fasciatum*) (KUBITZA, 1998). Estas espécies foram introduzidas recentemente na piscicultura nacional e seu cultivo tem trazido resultados satisfatórios em sistema semi-intensivos. Entretanto, para que o cultivo dos surubins se consolide é necessário que haja uma intensificação na produção destes animais a partir da utilização de dietas balanceadas com manejo alimentar adequado (MACHADO e CARRATORE, 1999). Neste contexto, pode-se dizer que a produção de organismos aquáticos vem se expandindo no Brasil, paralelamente a melhoria das técnicas de

piscicultura, mas ainda devem ser realizados estudos quanto às condições nutricionais dos animais de cultivo.

O *Pseudoplatystoma coruscans* é comumente chamado de “pintado” nas regiões sul, sudeste e centro-oeste e em inglês é chamado “sorubim pintado” (CAMPOS, 2003). Os surubins são espécies nativas do rio São Francisco e Paraná e podem alcançar na natureza até 100 kg de peso vivo. As excelentes características organolépticas de sua carne e a ausência de espinhos intramusculares, fazem deste peixe um dos mais apreciados do Brasil, e também muito procurado para pesca esportiva e como peixe ornamental (BURKERT et al., 2000; MARTINO et al., 2002ab).

Devido a grande exploração dos estoques naturais, as populações desta espécie decresceram na última década. No entanto, eles vêm sendo produzidos comercialmente em fazendas e têm apresentado boas taxas de crescimento em cativeiro. A sub-utilização de espécies nativas ocorre principalmente devido à falta de conhecimento das condições ótimas de manejo dos peixes e particularmente de suas exigências nutricionais (MARTINO et al., 2002a).

Vários estudos já foram realizados com esta espécie, Carratore (2001) estudou o desempenho produtivo, digestibilidade e metabolismo energético de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) alimentados com níveis crescentes de amido. Souza, Menin e Fonseca (2000a) avaliaram a estrutura do pâncreas de alevinos de surubim (*P. coruscans*), e sua relação com a capacidade de digerir o alimento. Martino et al. (2002b) pesquisaram o efeito de vários níveis de lipídios dietéticos na performance nutricional do surubim (*P. coruscans*). Souza, Menin e Fonseca (2000b) estudaram a caracterização histológica do fígado de alevinos de surubim (*P. coruscans*) e sua potencialidade para auxiliar nos processos

digestivos de lipídios. Gonçalves (2002) avaliou coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e da energia dos alimentos e exigência de proteína digestível em dietas para o crescimento do pintado (*P. coruscans*) e Machado et al. (1998) realizaram o treinamento alimentar e verificaram a aceitação de rações artificiais em alevinos de pintado (*P. coruscans*).

2.2 Considerações sobre as leveduras e seus derivados.

A levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) é um produto obtido da fermentação alcoólica da cana-de-açúcar e das indústrias cervejeiras. São empregados no Brasil diferentes métodos de secagem de leveduras, como o método dos rolos rotativos e “spray dried”. O primeiro consiste na centrifugação da vinhaça após a destilação do vinho que posteriormente é desidratada através dos rolos rotativos, no qual a temperatura pode atingir mais de 200°C. O método “spray dried” consiste em conduzir o material até uma câmara quente onde este é aspergido resultando na secagem pela entrada de ar quente. Neste, o tempo de exposição e a temperatura atingida é menor em relação ao método anterior, o que resulta num produto final de melhor qualidade (FURUYA et al., 2000).

O valor nutritivo das proteínas de levedura representa 70-85% do valor da caseína, sendo considerado bom, porém tem como fator limitante os aminoácidos sulfurados, representados pela metionina e cistina. A espessa parede celular e o elevado teor de ácidos nucléicos (RNA), restringem a utilização da levedura na alimentação humana e de animais monogástricos. A concentração de ácidos nucléicos nas leveduras alcança de 5 a 12%, e está na maior parte presente na forma de RNA, o que representa aproximadamente 20-25% do nitrogênio (RUMSEY et al., 1991a).

Na maioria dos animais monogástricos, o ácido nucléico em excesso na dieta é tóxico, pois a capacidade de excreção do ácido úrico formado é limitada, possibilitando um aumento da deposição deste no corpo, e uma possível desordem de metabolismo (SCHULZ e OSLAGE, 1976). Depreciam o consumo, elevam os níveis de ácido úrico nos tecidos e no plasma e produzem efeitos tóxicos nos rins, fígado, metabolismo de proteínas, carboidratos e gorduras. No entanto, seus efeitos tóxicos não foram relatados em peixes, provavelmente devido à alta atividade da urease no fígado desses animais (RUMSEY et al. 1991b, RUMSEY; WINFREE; HUGHES, 1992, PERES e OLIVA-TELES, 2003). A ingestão de células de leveduras secas acima de 30 g ou ácidos nucléicos acima de 2g dia⁻¹ pode elevar a concentração de uratos no sangue e nos tecidos (SGARBIERI et al.,1999).

Conforme Cho (1990), fontes protéicas com altos teores de nitrogênio não protéico (NPN) não contribuem com o perfil de aminoácidos adequado para suprir os requerimentos nutricionais dos peixes, acarretando aumento da produção e excreção de amônia, promovendo prejuízos à produtividade do sistema criatório, além do comprometimento na qualidade da água presente no ambiente, em função do desequilíbrio nutricional ao atendimento dos requerimentos da espécie estudada.

Por apresentar alto teor protéico e elevado conteúdo de lisina, aminoácido limitante para peixes, a levedura é considerada uma boa alternativa para compor a dieta dos peixes. No entanto, a deficiência em aminoácidos sulfurados limita a utilização de leveduras como fonte de proteínas para monogástricos (MIYADA, 1987), embora seu uso dependa ainda de avaliações conclusivas sobre sua digestibilidade, e eficiência da utilização da proteína pela espécie estudada.

A levedura, do gênero *Saccharomyces* é a de maior valor industrial e comercial entre todas as leveduras, devido ao seu alto teor de lisina. Entretanto, a

presença de parede celular que é espessa, rígida, e muito resistente à ação das enzimas digestivas e o alto conteúdo de ácidos nucléicos, limitam sua utilização. A ingestão de ácidos nucléicos leva ao acúmulo de ácido úrico que pode cristalizar-se nos tecidos e órgãos, resultando na formação de cálculos no tecido urinário e deposição de cálcio nos tecidos moles, sendo de extrema importância o processamento adequado para sua utilização (VILELA; SGARBIERI; ALVIN, 2000).

A utilização das leveduras como alimento, principalmente como fonte protéica ocorreu durante a Primeira Guerra Mundial, tendo obtido pouco sucesso principalmente por problemas relacionados a palatabilidade (LOESECKE, 1946).

Atualmente a levedura tende a ser fortemente explorada pelo comércio, através do isolamento de seus principais componentes como as enzimas invertase e lactase, nucleotídeos, proteínas (manoproteínas), polissacarídeos (glucana e manana), além de lipídios (fosfolipídios e ergosterol). Esse fracionamento também tem atraído pesquisadores com vistas ao uso específico e na formulação de produtos com propriedades funcionais diferenciadas (VILELA; SGARBIERI; ALVIN, 2000c; PÁDUA; OLIVEIRA; SGARBIERI, 2000). Kollar, Sturdik e Sajbidor (1992), desenvolveram um método de fracionamento completo da biomassa de levedura e isolamento de vários componentes como invertase, fosfolipídios, ergosterol, glucanas, mananas e glicoproteínas. Métodos para isolamento do ácido ribonucléico de levedura, e sua conversão em nucleotídeos e nucleosídeos já foram estabelecidos e estão sendo amplamente usados. Os principais componentes da parede celular e glucanas da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, também estão tendo suas principais propriedades estudadas (PÁDUA; OLIVEIRA; SGARBIERI, 2000).

Glucanas são macromoléculas contendo blocos de glicose unidos através de ligações β (1-3) e β (1-6) sendo conhecidas desta forma como β -glucanas. A ação

destas nos organismos de animais vertebrados estimula as células fagocíticas, enquanto que os mananoligossacarídeos impedem a colonização e proliferação de bactérias patógenas e, esta ação combinada, reforça o sistema imunológico reduzindo a mortalidade e aumentando a produção (ICC, 2002). As leveduras e seus subprodutos tem sido comercializados há alguns anos no Brasil obtendo sucesso quando utilizadas na alimentação de suínos, eqüinos, aves e bovinos. No exterior, a China e vários países da Ásia utilizam leveduras na alimentação animal, principalmente em aqüicultura (camarões e peixes), animais domésticos (pet food) e aves.

A utilização das glucanas como imunoestimulante é uma alternativa promissora como forma de melhorar o sistema de defesa do animal. Vários estudos realizados com mamíferos atestam que as β -1,3 glucanas presentes nas leveduras tem efeito imunoestimulante, melhorando a hematopoiese (JENEY et al., 1997). Na aqüicultura tem-se verificado que a levedura é capaz de melhorar a resposta imunológica e o crescimento de várias espécies de peixes (LI e GATLIN III, 2003a).

As mananas e glucanas presentes na parede da célula da levedura são alimentos não digeríveis que beneficiam o hospedeiro através de uma seleção, estimulando o crescimento e/ou ativando o metabolismo, ou ainda, promovendo o desenvolvimento de um número limitado de bactérias do trato intestinal melhorando o balanço intestinal do hospedeiro (LI e GATLIN III, 2003ab). A glucana é o menor polissacarídeo que pode ser isolado da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), e possui grau de polimerização, entre 130-140, com estrutura muito ramificada e grande proporção de ligações glicosídicas β -1,6; a molécula também contém uma menor proporção de ligações glicosídicas β -1,3 (MANNERS et al, 1973).

Estudando a proteína de diversas cepas de leveduras Scarinci, Umansky e Mendoza (1990), verificaram que estas apresentavam valores protéicos elevados, sempre acima de 40% mas, a proteína verdadeira proveniente desta, representava 61% a 97% do nitrogênio total, e que os valores de nitrogênio digestível determinado pelo método enzimático são elevados, com cepas cujo valor representa 96,48% do nitrogênio total.

A composição dos nutrientes das leveduras depende da espécie utilizada e do processo de fermentação, tendo o teor de extrato etéreo das leveduras de destilaria alcoólica variações de 0,12 a 1,6%, podendo se elevar em até 60% se o volume de nitrogênio no substrato for reduzido e o de açúcar elevado (HSU, 1961). A fração dos carboidratos representa de 15 a 60% do peso seco total das leveduras, sendo 27% glucanas e 21% mananas, que estão localizadas na parede celular, 33% de trealose e 12% de glicogênio (ROSE e HARRISON, 1970).

A utilização da levedura necessita ser avaliada não somente com relação aos seus nutrientes, mas também devem ser verificadas as ações antinutricionais e alterações metabólicas que possam ocorrer devido a sua utilização.

2.3 Utilização de leveduras e seus derivados na alimentação animal.

Appelbaun (1979) utilizou a levedura de petróleo como única fonte protéica na alimentação do peixe *Coregonus albuna* em diversas fases de seu desenvolvimento, e verificou que a levedura apresenta excelentes propriedades físicas na água e

adequado tamanho da partícula resultando em boas taxas de sobrevivência e crescimento.

Estudando os efeitos da incorporação de 30% de levedura suplementada com metionina, para truta arco-íris em substituição à farinha de peixe, Steffens e Albrecht (1977) verificaram que o ganho de peso dos animais foi 12% menor em consequência do conteúdo de nitrogênio não protéico da dieta.

Muzinic et al. (2004) estudaram os efeitos da substituição total ou parcial da farinha de peixe com farelo de soja e cevada com levedura em dietas para o crustáceo “Australian red claw crayfish” (*Cherax quadricarinatus*). Foram formuladas dietas isoprotéicas (40%PB) e isocalóricas (4.000 kcal/kg) com diversas porcentagens de substituição. Os autores verificaram que não houve efeito significativo no desempenho e sobrevivência dos animais, indicando que para este crustáceo a farinha de peixe pode ser totalmente substituída por uma mistura de farelo de soja e levedura.

A suplementação com levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação do híbrido “striped bass” (*Morone chrysops x M. saxatilis*), aumentou o ganho de peso e eficiência alimentar, não houve diferença significativa na composição corporal e os níveis de hematócritos e lisozima foram normais. Também pôde ser observada uma redução na mortalidade dos animais alimentados com as dietas que continham 2% e 4% de levedura. Os autores Li e Gatlin III (2003a), concluíram que a levedura influi positivamente no crescimento e eficiência alimentar do híbrido de “striped bass” melhorando sua resistência a infecções; no entanto, sua utilização por períodos relativamente longos resultam em imunossupressão. Em outro estudo com a mesma espécie, Li e Gatlin III (2003b) verificaram a influência da adição de 1 ou 2% de levedura parcialmente autolisada sobre a performance de crescimento, resposta

imune e resistência em resposta a infecção com *Streptococcus iniae*. Verificaram que a resposta imunológica do animal foi alterada com tendência a um aumento dos macrófagos, resultando também numa melhor sobrevivência (73 – 90%) quando comparado com o grupo que recebeu a dieta controle (53,3%), concluindo que a inclusão da levedura traz benefícios ao crescimento e a resposta imunológica do híbrido de “striped bass”.

Peres e Oliva-Teles (2003), estudaram os efeitos da dieta com incorporação de ácido ribonucléico (RNA) proveniente de levedura na performance de juvenis do “sea bass” europeu (*Dicentrarchus labrax*), e observaram que a dieta contendo RNA (6,2 e 12,4% de extrato de levedura na dieta) não afeta a ingestão de alimento ou a eficiência alimentar. As dietas que continham maiores níveis de RNA reduziram as taxas de crescimento e de retenção de nitrogênio nos peixes. A digestibilidade da matéria seca, nitrogênio e proteína não foram significativamente afetados durante o fornecimento das dietas. No entanto, houve um aumento no índice hepatossomático e cinzas na carcaça.

Oliva-Teles e Gonçalves (2001) em estudo com “sea bass” (*Dicentrarchus labrax*) utilizaram níveis de substituição do nitrogênio da farinha de peixe pelo nitrogênio da levedura (10%, 20%, 30% e 50%) e observaram que a conversão alimentar foi melhorada com níveis de inclusão de até 30% e que não houve diferença significativa no crescimento quando realizada a substituição de 50% da proteína da farinha de peixe pela proteína da levedura. Verificaram que a utilização do nitrogênio pelos peixes alimentados com levedura foi significativamente maior que o da dieta controle, havendo um decréscimo do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e energia com o aumento dos níveis de levedura da dieta. Rumsey, Winfree e Hughes (1992) também observaram um aumento da retenção de

nitrogênio em trutas alimentadas com levedura e ambos autores concluíram que pouco nitrogênio não protéico foi utilizado como fonte de aminoácidos não essenciais.

O uso da levedura *Saccharomyces cerevisiae* como promotora de crescimento para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), foi estudado por Lara-Flores et al. (2003). Foram formuladas dietas com 27% e 40% de proteína que receberam 0,1% de levedura em sua composição, além de uma dieta controle sem o probiótico. Observaram que a inclusão de 0,1% de levedura na dieta da tilápia do Nilo promoveu melhor crescimento do animal, reduzindo os efeitos do estresse, quando comparado com outros microrganismos (*Streptococcus faecium* e *Lactobacillus acidophilus*).

Buscando avaliar os efeitos da utilização da levedura desidratada de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) como pró-nutriente para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual, Valle et al. (2002) utilizaram dietas isoprotéicas (35% PB) e isocalóricas (3500 kcal ED/kg) suplementadas com 0; 1,0; 2,0 e 4,0% de levedura desidratada. Observou-se que não houve diferença entre os tratamentos, porém em todos os casos registraram-se sinais clínicos de deficiência, permitindo concluir que as dietas não se mostraram capazes de evitar deficiência nutricional.

Watanabe, Ribeiro e Antunes (2002) testaram a substituição total e parcial da farinha de peixe pelos resíduos de cervejaria na alimentação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede. Os animais foram alimentados com rações isoprotéicas e isocalóricas contendo 0, 5 e 10% de resíduos de cervejaria e, ao final do experimento pôde-se observar que os peixes alimentados com 10% de resíduo de cervejaria em substituição a farinha de peixe na ração foram os que apresentaram melhor desempenho.

Carvalho, Macedo-Viegas e Ribeiro (2002) utilizaram células íntegras de levedura de cana-de-açúcar e seus derivados (autolisado e parede celular) em dietas de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram utilizadas rações isoprotéicas (28% PB) e isocalóricas (2900 kcal ED/kg de ração) contendo os três ingredientes a serem avaliados na proporção de 25% da PB da ração. Os índices de ganho de peso, consumo de ração e taxa de crescimento específico foram significativamente maiores nos peixes alimentados com a dieta que continha parede celular.

Em estudo com a levedura torula (*Candida utilis*) como fonte de proteína na dieta da tilápia (*Oreochromis niloticus* Peters), Olvera-Novoa, Martinez-Palacios e Olivera-Castilho (2002), substituíram a proteína animal por uma mistura de ingredientes de origem vegetal, 20% de farelo de soja e 15% de concentrado protéico de alfafa incluindo 25, 30, 35, 40 e 45% de substituição por proteína da levedura. Verificaram que os peixes alimentados com 30% de levedura na dieta apresentaram a melhor performance de crescimento, e os resultados obtidos sugeriram que é possível substituir até 65% da proteína animal por uma mistura de proteína vegetal, incluindo 30% de levedura. Não foram verificados efeitos adversos na performance dos animais e custo de cultivo. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Medri, Pereira e Leonhardt (2000), que utilizaram níveis de substituição de 10, 20 e 30% do total da ração por levedura, e constataram que houve diferença significativa entre os tratamentos, concluindo que esta espécie pode ser alimentada com níveis de até 30% de substituição sem prejuízos ao seu crescimento.

Baccarin e Pezzato (2001), avaliaram o desempenho de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dietas contendo levedura desidratada de

álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) como substituto do suplemento vitamínico e observaram que não houve influência significativa entre os tratamentos sobre ganho de peso e taxa de crescimento específico, porém os peixes alimentados com levedura apresentaram menor conteúdo corporal de proteína e maior de lipídios. Concluiu-se que a levedura desidratada de álcool pode ser utilizada como fonte de vitaminas hidrossolúveis na dieta de alevinos de tilápia do Nilo

Pereira-da-Silva e Pezzato (2000) avaliaram as respostas da tilápia do Nilo à atratividade e palatabilidade de vários ingredientes utilizados na alimentação de peixes e verificaram que a levedura de cana-de-açúcar apresenta média atrato-palatabilidade para a espécie estudada.

A inclusão de levedura também foi avaliada por Davies e Warehan (1988) em experimento com tilápia mossambica, concluiu-se que até 40% da farinha de peixe pode ser substituída pela levedura de petróleo, não ocorrendo redução no desempenho produtivo dos animais.

Estudando a importância da parede celular de levedura (*Sacharomyces* sp.) como fonte de fibra na alimentação de ratos Wistar; Pádua, Oliveira e Sgarbieri (2000), observaram que a fração da parede celular provocou a diminuição da digestibilidade da proteína e da eficiência alimentar, mas não houve influência no valor biológico da proteína e no ganho de peso. A adição de 10 ou 20% de parede celular promoveu um aumento da velocidade de trânsito do conteúdo intestinal e aumento do comprimento do intestino delgado, também resultando numa redução nos níveis de triacilgliceróis séricos; no entanto, não resultou na diminuição nas concentrações de lipídeos totais e colesterol total.

Tovar-Ramírez et al. (2000) avaliaram o efeito da administração de leveduras no processo de maturação do trato digestivo de larvas dos peixes *Dicentrarchus*

labrax e *Paralabrax maculatofasciatus*. Foram selecionadas 10 cepas de leveduras que apresentavam boa produção de poliamidas importantes para uma boa adesão no intestino das larvas de peixes e verificaram que para uma das cepas utilizadas houve uma redução no tempo de maturação do trato digestivo dos animais.

Com a finalidade de verificar os efeitos das glucanas na prevenção do estresse em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) Jeney et al. (1997) utilizaram rações que continham 0%, 0,1%, 0,5% e 1% de glucana. Os autores observaram que numa infecção espontânea com columnariose (*Flexibacter columnaris*) ocorreram mortalidades em todos os grupos, exceto no grupo alimentado com a maior dose de glucana. O resultado desse experimento indicou que frente a um agente estressor, altas doses de glucanas previnem os efeitos negativos do estresse.

Coldebella e Radünz Neto (2002), avaliaram os efeitos da combinação de diferentes fontes protéicas (levedura de cana, farelo de soja, farinha de carne e ossos) na alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*) e observaram que o melhor desempenho foi apresentado pelos animais alimentados com a dieta que continha uma combinação de farelo de soja (45%) e levedura de cana-de-açúcar (25%).

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes quantidades de levedura e conseqüente variação dos níveis de proteína bruta, sobre o desempenho inicial de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*), Piaia e Radünz Neto (1997a), utilizaram níveis crescentes de levedura (50, 60, 70, 80 e 90%, resultando numa diminuição dos níveis de proteína da ração) em substituição ao fígado bovino fresco. Verificou-se que dentro dos limites de proteína estudados houve efeito positivo de níveis mais elevados de proteína bruta sobre o comprimento total e padrão, além do peso individual; no entanto, houve um efeito negativo sobre a sobrevivência das larvas.

Desta forma, o nível que apresentou os melhores resultados para crescimento foi o de 50% que também correspondia aos maiores níveis de proteína.

Em outro estudo com a mesma espécie Piaia e Randüz Neto (1997b), testaram diferentes fontes protéicas sobre o desempenho de larvas de jundiá durante as três primeiras semanas de vida. Foram utilizadas rações isoprotéicas (35%PB) e níveis energéticos variando entre 3075 e 3286 kcal ED/kg, contendo associações de soja e levedura, soja e fígado bovino, soja e milho; soja, carne e milho. Verificaram que a ração que continha pó de levedura e fígado bovino, proporcionou o melhor desempenho de larvas de jundiá.

Estudando a influência da dieta contendo uma combinação de glucana e vitamina C na resposta imune da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) Verlhac et al. (1996) verificaram que após a vacinação, os animais alimentados com glucana tinham sua resposta imunológica aumentada, sugerindo que esta pode ser utilizada na alimentação dessa espécie como meio profilático.

Rumsey, Winfree e Hughes (1992) alimentaram trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) com níveis de 0,6%; 1,6%; 2,5% e 4,1% de extrato de levedura e observaram que os peixes alimentados com o extrato apresentaram melhor crescimento e retenção de nitrogênio e que não foram verificadas diferenças na ingestão de alimento.

Rumsey et al. (1991a) conduziram estudo visando observar os efeitos da levedura seca na dieta de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), no qual foram avaliados o crescimento, conversão alimentar e metabolismo do ácido úrico, e verificaram que dos diferentes níveis estudados (0, 25, 50 ou 75%) a dieta que promoveu a melhor conversão alimentar foi a que continha 25% de levedura seca e as que continham 50 e 75% tiveram efeito negativo sobre a palatabilidade.

Concluíram que níveis acima de 25% afetam o consumo e que não há efeito sobre a atividade urease do fígado.

Martin, Goddard e Bemister (1993), que fornecendo níveis de 0, 25 e 35% de levedura de petróleo para truta arco-íris, verificaram que os animais alimentados com os maiores níveis de inclusão de levedura apresentaram maiores níveis de proteína bruta e cinzas na carcaça, o mesmo foi verificado por Dabrowski et al. (1980), além de apresentarem teores mais baixos de lipídeos que os do grupo controle. Verificou-se que o ácido nucléico da dieta reduziu a motilidade intestinal, aumentando dessa forma a absorção e a digestão.

Visando uma nova aplicabilidade da levedura *Hansenula anomala* como fonte de proteína e verificar alterações nos eritrócitos Sánchez-Muniz, Higuera e Varela (1981) utilizaram a levedura como única fonte protéica na dieta teste, e a dieta controle, contendo farinha de peixe na alimentação da truta arco-íris, e verificaram que os eritrócitos dos animais alimentados com a levedura apresentaram alterações de tamanho e de forma. Concluíram que a levedura produz profundas alterações na hematopoiese e que seria necessária uma redução no volume de ácidos nucléicos antes da sua utilização como fonte protéica na alimentação da truta arco-íris.

Também trabalhando com a truta arco-íris Higuera et al. (1981) utilizaram levedura (*Hansenula anomala*) na alimentação desta espécie, e observaram que a substituição de 50% da proteína da farinha de peixe pela proteína de levedura, elevou significativamente a amônia no plasma dos animais e que os valores de ácido úrico no plasma não se alteraram, porém tiveram um aumento de até três vezes nos rins.

Avaliando os efeitos da utilização de levedura alcalina (*Candida* sp.) como substituto da farinha de peixe na alimentação de salmão Coho (*Oncorhynchus*

kisutch), Mahnken, Spinelli e Waknitz (1980) observaram que, para esta espécie pode-se utilizar uma dieta com substituição de até 25% da proteína da dieta por proteína de levedura causando apenas uma pequena redução de 4% no crescimento. No entanto, quando com esta mesma porcentagem de levedura na dieta foi utilizada a suplementação com DL-metionina, houve melhor crescimento e pequena redução na conversão alimentar.

2.4 A nutrição do pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*)

Apesar da importância que o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) vem adquirindo no cenário aquícola brasileiro, ainda poucos estudos foram realizados visando melhorar a nutrição e alimentação desta espécie. Scorvo-Filho et al. (2004) verificaram que essa espécie apresenta um melhor desempenho produtivo quando criados em viveiros escavados do que em tanques-rede. Leonardo et al. (2004), avaliaram o ganho de peso, sobrevivência e crescimento na fase inicial do pintado alimentado de três formas: com artêmia, com zooplâncton; e artêmia associada ao zooplâncton. Verificaram que o mais recomendado na larvicultura é a associação artêmia e zooplâncton, a qual favoreceu a taxa de sobrevivência.

Takahashi e Cyrino (2002) estudaram os efeitos da adição de seis níveis de carboidratos não estruturais (9, 13, 17, 21, 25 e 29%) na dieta de alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e observaram que a variação destes níveis na dieta interferiu significativamente ($P < 0,05$) nos parâmetros de desempenho e nos índices víscerosomático e gorduro-víscerosomático. Concluíram que pode-se utilizar níveis de até 29% de carboidratos não estruturais na dieta desta espécie sem prejuízos das funções produtivas.

Gonçalves (2002) avaliando os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de ingredientes utilizados na ração de pintados (*P. coruscans*) verificou que dentre os ingredientes estudados (farinha de peixe, farelo de soja, milho, farinha de vísceras de aves, soja tostada, farelo de trigo, sorgo, farelo de arroz, quirera de arroz, farinha de penas, soja crua e farinha de sangue), a farinha de peixe foi o melhor para o pintado seguido do farelo de soja. Em outro estudo o mesmo autor avaliou diferentes níveis de proteína digestível (22, 24, 26, 30 ou 32%PD) para alevinos de pintado e verificou que o nível teórico de proteína digestível que proporciona o melhor desempenho foi de 32% PD (43,3% proteína bruta).

Martino et al. (2002b) verificaram a performance e composição de ácidos graxos do surubim (*P. coruscans*) alimentados com dietas isoprotéicas (46% PB) e isolipídicas (18,5%), com diferentes fontes de lipídeos de origem animal (suíno) e vegetal (milho, soja e linhaça). Observaram que não houve diferença na performance dos animais alimentados com as diferentes dietas, no entanto, a composição de lipídeos e ácidos graxos na carcaça foi alterada. Os resultados indicaram que, apesar de ambas as fontes serem bem metabolizadas pela espécie há uma possível melhora na relação n-3/n-6 na carne do surubim quando alimentado com fontes de lipídeos de origem vegetal.

Em estudo anterior Martino et al. (2002a) já haviam verificado o efeito dos níveis de lipídeos na dieta sobre a performance da espécie. Foram utilizadas dietas contendo 46%PB e níveis de 6, 10, 14 e 18% de lipídeos. A taxa de conversão alimentar e consumo diário apresentaram decréscimo inverso à proporção de lipídeos na dieta, tendo conseqüentemente a alteração da composição corporal. O

lipídeo visceral e a retenção de nutrientes também foi maior com o aumento dos lipídeos na dieta.

Seixas Filho et al. (2001) estudaram a anatomia funcional e morfometria do intestino do surubim (*P. coruscans*) e verificaram que o intestino destes animais apresenta arranjo indefinido, compatível com a maioria dos peixes carnívoros, ou predominantemente carnívoros, uma vez que apresenta-se praticamente retilíneo. Contudo circunvoluções das alças finais do intestino médio talvez possam ser vistas como adaptações a um possível regime onívoro.

2.5 Digestibilidade dos ingredientes

O estudo da digestibilidade permite obter uma quantificação do processo digestivo e fornecem dados sobre como o alimento ingerido e seus nutrientes são digeridos e absorvidos pelo animal. A digestibilidade total ou da matéria seca referem-se ao grau de digestibilidade da dieta completa e/ou o ingrediente em questão. A digestibilidade do nutriente refere-se especificamente à proteína, lipídeos, aminoácidos ou carboidratos da dieta ou do ingrediente (DE SILVA e ANDERSON, 1995).

Em aquicultura os métodos de avaliação da digestibilidade são influenciados por uma série de fatores como idade, tamanho e sexo do animal, além da frequência alimentar, qualidade e quantidade de alimento, espécie estudada e, talvez o mais importante, a fisiologia digestiva, de forma que a digestibilidade é em grande parte dependente e determinada pela fisiologia. Apenas uma porção do alimento ingerido é digerido e seus nutrientes absorvidos, o restante é eliminado com as fezes, sendo contaminado com enzimas digestivas, muco de membrana e também pela excreção de produtos nitrogenados (DE SILVA e ANDERSON, 1995).

O estudo da digestibilidade é de extrema importância na preparação e formulação de dietas, sendo ideal que estudos de digestibilidade sejam realizados antes da formulação das dietas. Atualmente, a digestibilidade dos ingredientes mais comuns, já são conhecidos para as espécies mais cultivadas e vem sendo utilizados na formulação de dietas teste para posteriores estudos de digestibilidade (DE SILVA e ANDERSON, 1995).

Os métodos de determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente podem ser diretos ou indiretos. No método indireto utiliza-se o óxido de cromo (Cr_2O_3) como marcador inerte, e neste caso, considera-se que as quantidades de marcador adicionadas na ração permanecerão constantes durante o período experimental e poderá ser resgatado nas fezes. Desta maneira elimina-se a necessidade de realizar a coleta total das fezes, permitindo que os animais sejam alimentados *ad libitum*. No método direto deve-se considerar todo o alimento consumido e quantidade de fezes resultante. Seja qual for o método utilizado a coleta do material fecal exige a maior acuidade possível, para que nenhum material seja lixiviado, podendo resultar numa superestimação dos resultados (NRC, 1993).

Cheng, Hardy e Huige (2004) conduziram experimentos visando mensurar o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes de sub-produtos de cervejaria para utilização como fonte protéica para truta arco-íris e, dentre os ingredientes estudados utilizou-se a levedura de cerveja. Como resultado obteve-se que a levedura apresenta digestibilidade média para matéria seca de 72,4% e de 57,1% para proteína bruta, podendo ser considerada viável sua utilização na alimentação da truta arco-íris.

Lara-Flores et al. (2003), utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico na dieta da tilápia do Nilo verificaram que a adição de 0,1% na dieta

melhora a digestibilidade da proteína e da matéria seca da ração alcançando níveis de até 98,46% de digestibilidade da proteína bruta e de 96,90% para a matéria seca, na dieta que continha 40% de proteína bruta.

Avaliando as técnicas de digestibilidade *in vitro* para a obtenção de um valor que indique a digestibilidade da proteína para o molusco *Haliotis midae*, Shipton e Britz (2002), compararam a digestibilidade *in vivo* e *in vitro* de diversos ingredientes, dentre eles a levedura e, verificaram que para a espécie em questão a digestibilidade *in vitro* foi de 83,4% e *in vivo* foi de 82,5%.

Lee (2002) determinou o coeficiente de digestibilidade aparente de vários ingredientes na alimentação de juvenis e adultos do “rockfish” (*Sebastes schlegelii*) e verificou que para a espécie estudada a levedura de cerveja apresentou a digestibilidade aparente da matéria seca de 59% para os adultos e de 56% para os juvenis. A digestibilidade da proteína foi de 78% e 73% para adultos e juvenis, respectivamente.

Hisano et al. (2002) avaliaram a digestibilidade aparente de rações contendo zinco e levedura desidratada de álcool para tilápia do Nilo (*O. niloticus*) nas quais a levedura foi avaliada pela sua ação como pró-nutriente. Concluíram que a levedura desidratada e o zinco em níveis respectivamente de 1,0% e 300 mg Zn/kg de ração, proporcionaram melhores respostas nos coeficientes de digestibilidade aparente e que ocorreu interação positiva entre os níveis testados para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, lipídio total e energia bruta.

Rumsey et al. (1991b) estudaram a digestibilidade da levedura íntegra e com a parede celular rompida para a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e verificaram que quando a célula foi totalmente rompida a absorção de nitrogênio aumentou em mais de 20% e a da energia em mais de 10%. A digestibilidade da energia e do

nitrogênio sofreu aumento após a separação da parede e separação do nitrogênio em fração aminoácido e fração de ácidos nucleicos. Concluíram, portanto que o rompimento da parede melhora o valor nutricional da levedura para salmonídeos, e que há necessidade de novos estudos sobre o uso da levedura como fonte de nitrogênio na alimentação de peixes.

Em ensaio com truta arco-íris (*O. mykiss*), Martin, Goddard e Bemister (1993) observaram que a digestibilidade protéica elevou-se com o aumento da inclusão de levedura *Candida utilis*, no estudo foram utilizados níveis de 0, 25 e 35% da proteína bruta da dieta proveniente da levedura.

Baccarin e Pezzato (1999), avaliaram a digestibilidade da levedura desidratada de álcool na alimentação da tilápia (*Oreochromis niloticus*) e obteve coeficientes de digestibilidade aparente de 76,11% para matéria seca; 86,92% para proteína bruta; 81,80% para extrato etéreo e 51,01% para a matéria mineral.

Souza e Mattos (1989) verificaram em experimento com tambacu (*Piaractus mesopotamicus x Colossoma macropomum*), efeito interativo entre os nutrientes e o elevado valor nutritivo da levedura de álcool, quando substituiu-se em até 50% a proteína da dieta pela proteína proveniente da levedura, concluindo que a levedura melhora significativamente a digestibilidade da dieta resultando num índice de 82,86% de digestibilidade aparente da proteína bruta.

Shcherbina e Kaskauskene (1987), determinaram a digestibilidade aparente da levedura de petróleo na alimentação da carpa comum e verificaram uma digestibilidade de 82% de carboidratos, 67% de gorduras, 88% da fração protéica, 85% da energia bruta e 93% dos aminoácidos essenciais.

Tacon e Cooke (1980), trabalharam com truta arco-íris visando determinar o valor nutricional do extrato de ácido nucleico a partir da administração de proteína

unicelular. Os autores verificaram que apesar do extrato apresentar alta digestibilidade aparente (93,57 a 92,94%) a deposição de nitrogênio não protéico foi mais baixa, sugerindo que o nitrogênio proveniente dos ácidos nucléicos não possui valor nutricional para peixes, e por isso não deveria ser incluído nas estimativas de proteína bruta da dieta.

2.6 Aspectos metabólicos.

Como foi descrito anteriormente, a concentração de ácidos nucléicos nas leveduras atinge 5 a 12%, e está presente em sua maior parte na forma de RNA, o que representa aproximadamente 20-25% do nitrogênio total presente na levedura (RUMSEY et al., 1991a). A hidrólise de 1 grama de ácido nucléico contido na levedura irá produzir aproximadamente 340 mg de bases púricas e pirimídicas, 260 mg de ácido fosfórico e 400 mg de pentose, fornecendo uma indicação de que esse tipo de dieta pode trazer alterações ao metabolismo (HEAF e DAVIES, 1976).

As proteínas são os componentes orgânicos mais abundantes nos tecidos dos peixes, totalizando aproximadamente 65 a 75% do peso seco destes animais, e consomem este nutriente para obter aminoácidos. No trato digestivo estas proteínas são hidrolizadas enzimaticamente, liberando aminoácidos livres que são distribuídos através da corrente sanguínea para os órgãos e tecidos, onde são utilizados continuamente no processo de síntese e degradação de proteínas durante o processo de crescimento e reprodução, ou como fonte de energia (MILLWARD, 1989). Se uma dieta com quantidade de proteína insuficiente ou composição em aminoácidos inadequada é fornecida aos peixes, pode ocorrer menor crescimento, menor eficiência alimentar, imunodepressão e perda de peso em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para manutenção das funções vitais.

O que determina o valor da proteína como componente da dieta é o perfil de aminoácidos, cabendo destacar que, o que esses animais necessitam não é de um determinado teor de proteína mais sim de uma suplementação equilibrada de aminoácidos indispensáveis (PEZZATO et al. 2004).

Quando comparado com outras espécies, os peixes necessitam de uma quantidade maior de proteína bruta, sendo explicado pelo fato dos peixes apresentarem menor consumo de energia, principalmente por não precisarem regular a temperatura corporal e serem capazes de utilizar a proteína bruta como fonte de energia, uma vez que os subprodutos da metabolização dos aminoácidos são excretados passivamente pelas brânquias (íon amônio NH_4^+ ou na forma não ionizada NH_3) (PEZZATO et al. 2004).

Lovell (1998) relata que os aminoácidos não utilizados para a síntese protéica são primeiramente deaminados e seus resíduos carbônicos são posteriormente oxidados ou convertidos a gorduras, carboidratos, etc. A transaminação ou a deaminação oxidativa são os principais responsáveis pela remoção do grupo amina dos aminoácidos. No entanto, a transaminação parece ser a maior via de deaminação em peixes, envolvendo a transferência do grupo amina de um aminoácido para um α -cetoglutárico. As enzimas aminotransferases são específicas para a deaminação dos aminoácidos e a piridoxina é um cofator. O α -cetoácido libera o grupo amina por meio da deaminação oxidativa, para excreção ou síntese de outros aminoácidos, e o α -cetoácido é reciclado por meio de outra deaminação. O α -cetoácido formado no início da transaminação pode ser oxidado, convertido a gordura ou então utilizado na síntese de outros compostos. Dos aminoácidos considerados essenciais para os peixes somente a lisina e a treonina não participam da transaminação. Os α -cetoácidos de todos os aminoácidos essenciais, exceto

lisina e treonina podem ser deaminados metabolicamente e servem como fonte de aminoácidos essenciais. Algumas vezes a deaminação oxidativa é a reação inicial da deaminação, sendo os produtos finais os α -cetoácidos e a amônia livre.

De acordo com Lovell (1998), diferente da maioria dos vertebrados, os peixes teleósteos eliminam 60 a 90% do nitrogênio principalmente através das brânquias, na forma de amônia. Outros compostos nitrogenados também excretados nesse processo são uréia, ácido úrico, creatinina, óxido trimetilamina e aminoácidos. Os peixes teleósteos não possuem enzimas para sintetizar uréia pelo ciclo da ornitina-citrulina-arginina como os mamíferos, e desta forma a exigência de arginina para estes animais é maior, representando de 4 a 6% da proteína da dieta.

A maior parte dos ácidos nucléicos da dieta são ingeridos na forma de nucleoproteínas, as quais sofrem a ação de enzimas proteolíticas gástricas e pancreáticas, até que haja a liberação de aminoácidos e ácidos nucléicos que são atingidos pelas nucleases pancreáticas (DNA-ase e RNA-ase) e também da mucosa intestinal, liberando polinucleotídeos. Estes são atingidos por fosfodiesterases da microvilosidade intestinal que hidrolisa, liberando bases púricas e pirimidínicas, respectivamente, e finalmente pela ação de nucleotidases das microvilosidades intestinais, são hidrolisadas na superfície ou interior da célula intestinal, liberando compostos estruturais que são absorvidos (DOUGLAS, 2002).

O catabolismo destas bases nitrogenadas ocorre principalmente no fígado. As purinas são convertidas pelas enzimas guanases e xantina oxidase a ácido úrico e urato de sódio, que são pouco solúveis. Na ausência desta enzima não se forma o ácido úrico. No metabolismo das bases pirimidínicas têm-se como produtos finais β -alanina e ácido β -aminoisobutírico, os quais são altamente solúveis e excretadas na forma de amônia (MARTIN JR., 1982).

Em mamíferos que não possuem uricase, como o homem e o macaco o produto final do metabolismo das purinas é o ácido úrico. Os altos índices de ácido úrico no sangue estão relacionados a condições alimentares incluindo jejum, alto consumo de frutose, gordura, proteína e ácidos nucleicos, dos quais o ácido nucleico é o que traz maiores transtornos, elevando o ácido úrico, e provocando assim, distúrbios no metabolismo de gorduras e carboidratos (CLIFFORD e STORY, 1976).

Poucos trabalhos sobre a utilização de leveduras na alimentação de peixes têm descrito as possíveis alterações metabólicas. Sánchez Muniz et al. (1978), estudando os efeitos da adição de proteína unicelular (*Hansenula anomala*) na alimentação de trutas (*S. gairdneri*), verificaram que houve uma tendência ao aumento da uréia plasmática, e embora o ácido úrico não tenha sido alterado, houve um aumento deste nos rins, além de ocorrer também um significativo aumento da amônia plasmática. Os níveis de proteína plasmática não foram afetados. Estes resultados sugerem um elevado metabolismo de proteínas e ácidos nucleicos, provavelmente como resultado da composição química das leveduras.

Recentes estudos têm indicado que os peixes possuem alta atividade uricase no fígado, assim são capazes de metabolizar altas doses de ácidos nucleicos. O catabolismo do ácido úrico produz alantoina, que é degradada nos peixes após uma série de reações para uréia e ácido glioxílico e nestas formas são excretados na urina. Esta talvez seja a forma de controlar os níveis de ácido úrico no plasma, facilitando desta maneira o aumento da ingestão de ácidos nucleicos pelos peixes (RUMSEY, WINFREE e HUGHES, 1992).

Rumsey et al. (1991a) estudaram os efeitos de altas concentrações de levedura seca na performance e atividade uricase no fígado da truta arco-íris e verificaram uma redução no consumo quando a ração continha 50 e 75% de

levedura. Verificaram que a atividade uricase hepática não foi afetada quando a ração continha até 50% de levedura, porém causou um aumento maior que o dobro quando o nível de inclusão foi de 75%.

Tem-se observado que o controle metabólico de peixes pode estar baseado na quantidade e qualidade da proteína. Assim a digestão, assimilação, metabolismo intermediário e gliconeogênese parecem depender diretamente do suprimento de aminoácidos, sendo verificada uma relação entre os níveis proteína na dieta e de glicose sérica (MURAT, 1981).

Hertz (1989) verificou que carpas alimentadas com altos teores de proteína tiveram níveis de glicose plasmática significativamente maiores que os dos peixes alimentados com a dieta controle.

Avaliando os efeitos do fornecimento de extrato de ácido nucléico em truta arco-íris, Tacon e Cooke (1980), detectaram aumento na concentração de uréia plasmática e da atividade uricase no fígado dos animais que receberam as maiores doses de ácido nucléico e, verificaram que o índice hepatossomático não foi alterado. Estes resultados levaram os autores a sugerir que os ácidos nucléicos estavam sendo assimilados e metabolizados pelos peixes a produtos finais de excreção, não proporcionando ganho de nitrogênio.

Higuera et al. (1981) em estudo com trutas (*S. gairdneri*) alimentadas com levedura (*Hansenula anomala*) verificaram que houve um aumento da uréia plasmática. Sugeriu-se que este fato se deve ao alto catabolismo de nucleotídeos, uma vez que o consumo de proteína foi menor com o aumento dos níveis de levedura na dieta, entretanto, não ocorreu o aumento do ácido úrico do fígado sugerindo que a atividade uricase é presente e ativa, suficiente para metabolizar o ácido úrico extra, não ocorrendo alterações nos índices hepatossomáticos. No

entanto, houve um aumento da concentração de uricase nos rins, o que pode ser atribuído a uma baixa concentração de uricase neste órgão.

3 Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes do Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia - Não Ruminantes, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo, Brasil (22°42'30" at S; 47°38'00" long W; altitude 546 m). Inicialmente foi realizado o experimento de crescimento com juvenis de pintado com as dietas contendo levedura íntegra, autolisado e parede celular (Ensaio 1), em seguida procedeu-se à determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (Ensaio 2), com os mesmos animais.

3.1 Ensaio 1: Desempenho produtivo

3.1.1 Animais e condições experimentais

Foram utilizados 336 juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) com comprimento médio aproximado de 15 cm, já treinados a receber ração. Os animais permaneceram em tanques de polietileno de 1000 L, instalados num galpão com sistema de circulação de água fechado e passaram por um período de adaptação de 7 dias antes do início das atividades experimentais. Durante o período de adaptação, os peixes foram alimentados 2 vezes ao dia (5:00h e 20:00h) *ad libitum*, com ração comercial para peixes carnívoros. A temperatura da água foi mantida constante em 27±1°C e realizado controle diário de oxigênio dissolvido e pH.

O experimento de alimentação teve início no dia 21 de março de 2004, e os animais passaram a ser alimentados as 6:00h da manhã e as 18:00h, porém, devido a problemas sanitários o experimento foi suspenso.

Os peixes foram transferidos do galpão onde estavam alojados para um tanque de alvenaria de 10.000 litros construído dentro de uma estufa (Figura 1 e 2). Neste, foi instalado sistema de circulação fechado com filtro de piscina e chuveiros acoplados na entrada da água para aquecê-la. Aproximadamente 70% do volume total de água do tanque foi substituído todos os dias, e a temperatura da água foi mantida em 27°C. O tanque no qual foi conduzido o experimento, foi isolado dos demais tanques com a utilização de lona preta, o que também permitiu a melhor adaptação dos animais, e redução de um possível estresse, uma vez que outras pessoas estranhas não tinham acesso ao local.

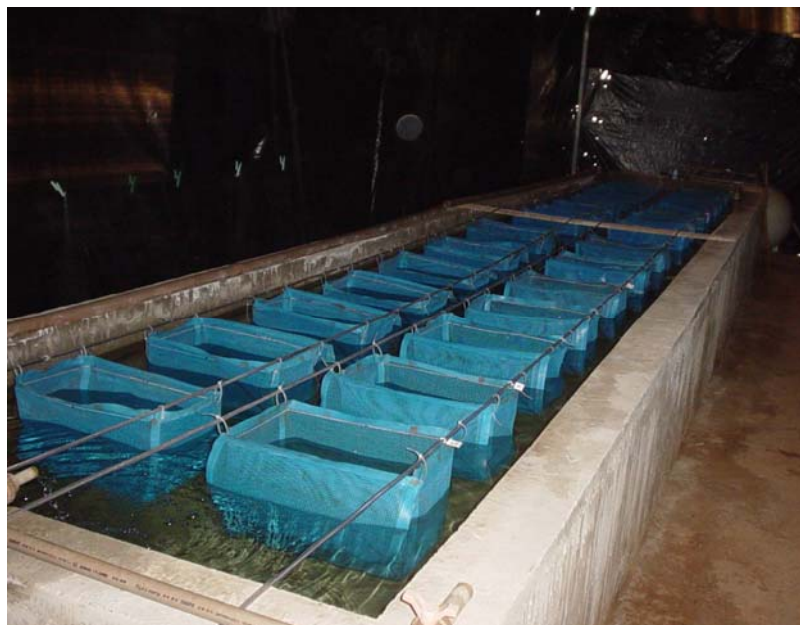


Figura 1 - Tanque preparado para receber os animais



Figura 2 - Gaiola onde os animais foram alojados

No dia 31 de março foi realizada biometria sendo selecionados animais com peso médio de 17,06 gramas que foram alojados em gaiolas de 60 litros (Figura 3), instaladas dentro do tanque de alvenaria, numa densidade de 12 peixes por gaiola. No dia 02 de abril de 2004 deu-se início ao experimento o qual estendeu-se por 64 dias.



Figura 3 - Animais alojados no final do experimento

O experimento foi instalado em 28 gaiolas, correspondendo a 7 tratamentos e 4 repetições. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia às 7:00h e 16:00h, com rações isoprotéicas (45% PB) e isoenergéticas (4200 kcal EB/kg da dieta) (Tabelas 01), nas quais foram avaliados os ingredientes-teste da seguinte forma:

C: Controle (sem levedura ou derivados);

A2,5%: Dieta contendo 2,5% de autolisado de levedura,

A5,0%: Dieta contendo 5% de autolisado de levedura;

L2,5%: Dieta contendo 2,5% de levedura íntegra;

L5,0%: Dieta contendo 5% de levedura íntegra;

PC2,5%: Dieta contendo 2,5% de parede celular de levedura;

PC5,0%: Dieta contendo 5 % de parede celular de levedura.

Ao final do experimento foi realizada a pesagem individual de todos os animais em balança digital de precisão; obtido o comprimento total utilizando-se

ictiômetro graduado, medição do comprimento intestinal (com paquímetro), pesagem de vísceras e fígado (Figura 4), além da coleta de 3 animais de cada parcela para análise de composição corporal. No início do experimento já haviam sido sacrificados 5 animais do lote total para análise de composição de carcaça.



Figura 4 - Animal sendo dissecado para retirada de vísceras.

Os índices hepatossomáticos e víscerosomáticos foram calculados de acordo com fórmulas eq.(1 e 2), respectivamente:

$$\text{Índice Hepato – somático (IHS\%)} = \frac{\text{Peso do tecido hepático(g)}}{\text{Peso corporal}} \times 100; \quad (1)$$

$$\text{Índice Víscero – somático (IVS\%)} = \frac{\text{Peso das vísceras(g)}}{\text{Peso corporal}} \times 100. \quad (2)$$

As análises de composição centesimal dos ingredientes, rações e carcaças foram realizadas de acordo com protocolos da A.O.A.C. (1984).

3.1.2 Parâmetros de desempenho

Os parâmetros de desempenho avaliados foram calculados pelas seguintes fórmulas eq.(3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9):

$$\text{Ganho de Peso (GP)} = \text{Peso final(g)} - \text{Peso inicial(g)}; \quad (3)$$

$$\text{Taxa de Crescimento Específico (TCE\%/dia)} = \frac{(\ln \text{ Peso final} - \ln \text{ Peso inicial})}{\text{Tempo (dias)}} \times 100; \quad (4)$$

$$\text{Conversão Alimentar (CA)} = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Ganho em peso total (g)}}; \quad (5)$$

$$\text{Taxa de Eficiência Protéica (TEP)} = \frac{\text{Ganho em peso vivo(g)}}{\text{Proteína bruta consumida(g)}}; \quad (6)$$

$$\text{Índice de Retenção de Nitrogênio (IRN)} = \frac{(\text{N final} \times \text{Peso final}) \times (\text{N inicial} \times \text{P inicial})}{\text{Consumo de Nitrogênio}} \times 100; \quad (7)$$

$$\text{Sobrevivência (S)} = \frac{(\text{Número de peixes totais} - \text{Número de peixes mortos})}{\text{Número de peixes totais}} \times 100; \quad (8)$$

$$\text{PBGP(\%)*} = \frac{(\text{PB corporal f} \times \text{Peso médio f}) - (\text{PB corporal i} \times \text{Peso médio i})}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}} \times 100. \quad (9)$$

* Proteína Bruta no Ganho de Peso

3.1.3 Dietas experimentais

As rações foram extrusadas na Faculdade de Ciências Agrárias da UNESP – Botucatu, SP, no Laboratório de Nutrição de Peixes, utilizando extrusora EXTRUTEC, com capacidade de 20kg/hora.

As dietas foram calculadas com base na composição dos ingredientes e as formulações e composições encontram-se expostas na Tabela 01:

Tabela 1 - Formulação e composição centesimal* das rações extrusadas utilizadas no experimento de desempenho

Ingredientes	Rações						
	Controle	Autolisado 2,5%	Autolisado 5,0%	Levedura 2,5%	Levedura 5,0%	Parede Celular 2,5%	Parede Celular 5,0%
Quirera de arroz	14,98	14,98	14,98	14,98	14,98	14,98	14,98
Farelo de soja	46,70	44,20	41,70	44,20	41,70	44,20	41,70
Farinha de Peixe	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Glúten de Milho	10,30	10,30	10,3	10,30	10,30	10,30	10,30
Óleo de Soja	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Levedura	-	-	-	2,50	5,00	-	-
Autolisado	-	2,50	5,00	-	-	-	-
Parede Celular	-	-	-	-	-	2,50	5,00
Suplemento Vitaminico e Mineral ¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Nutrientes (%)							
Matéria Seca	98,60	97,84	97,70	96,96	96,12	96,30	96,90
Proteína Bruta	46,81	44,73	44,67	45,05	44,68	45,78	45,42
Extrato Etéreo	4,39	4,31	4,53	5,46	4,15	4,51	6,09
Matéria Mineral	10,18	10,00	9,92	10,10	10,00	10,15	10,18
Fibra Bruta	1,80	1,55	1,52	1,51	1,55	1,41	1,55
Extrativo Não Nitrogenado	35,42	37,26	36,99	34,84	35,77	34,68	33,69

* Análises realizadas em triplicata

1. Composição do suplemento mineral e vitamínico SUPREMAIS (Níveis de garantia por kg de suplemento): Ácido fólico, 250 mg; Ácido pantotênico, 5000mg; Antioxidante, 0,25g; Cobalto, 24,999mg; Cobre, 1999,9 mg; Ferro, 11,249,7mg; Iodo, 106,2 mg; Manganês, 3.749,9; Niacina, 3750mg; Selênio, 75,5 mg; Vitamina A, 1.000.000UI; Vitamina B1, 250 mg; Vitamina B12, 2.500 mcg; Vitamina B2, 1750 mg; Vitamina B6, 875 mg; Vitamina C, 12,500 mg; Vitamina D3, 600.000 UI; Vitamina E, 12.500 UI; Vitamina K, 315 mg; Zinco, 17.499,6 mg
L2,5%- Levedura íntegra 2,5%; L5%- Levedura íntegra 5,0%; A2,5%- Autolisado 2,5%; A5,0%- Autolisado 5,0%; PC2,5%- Parede Celular 2,5%, PC5,0%- Parede Celular 5%

3.1.4 Análises sangüíneas

A coleta de sangue foi realizada com os animais sedados (Figura 5), através de punção da veia caudal (Figura 6) e, o material recolhido foi transferido para tubos de Eppendorf e centrifugado a 3.000 rpm por 5 minutos. O plasma foi retirado e armazenado em tubos de Eppendorf devidamente identificados, e congelado em freezer à -18°C , para análise de proteína total, ácido úrico, glicose e uréia.



Figura 5 - Animais sendo anestesiados com benzocaína



Figura 6 - Procedimento de coleta de sangue.

Para todas as análises foram utilizados kits específicos, seguindo os procedimentos indicados pelo fabricante. A leitura das análises foi realizada em colorímetro LABSYSTEMS Multiskan MS Version 8.0, nos seguintes comprimentos de onda 505 nm, 540 nm, 600 nm e 490 nm, para glicose, proteína total, uréia e ácido úrico, respectivamente.

3.2 Ensaio 2: Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente.

3.2.1 Condições experimentais

Juvenis de pintado (n=60) foram acondicionados em 4 tanques de polipropileno retangulares, com capacidade para 300 L cada (Figura 7), com troca parcial de água num sistema fechado de recirculação e aeração forçada por soprador e pedras difusoras. Os tanques possuíam sistema de controle e manutenção da temperatura da água ($27 \pm 1^\circ\text{C}$), por meio de aquecedores e termostatos.



Figura 7 - Aquários de alimentação

Foram selecionados para cada tanque, 15 animais com tamanho médio de 25 cm. Durante o período de adaptação de 7 dias os animais foram alimentados 2 vezes ao dia (8:00h e 18:00h), com ração comercial contendo 28% de proteína, aspergida com óleo de salmão (palatabilizante).

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente foram confeccionadas rações experimentais contendo o marcador inerte, óxido de cromo, e os ingredientes teste.

Durante o período experimental (20 dias) os peixes foram alimentados com as rações experimentais, *ad libitum*, em cinco refeições diárias (8:00h, 11:00h, 13:00h, 15:00h e as 17:00h) com as rações experimentais. Após a última refeição, os peixes eram anestesiados (benzocaína 5 mg/L) colocados em gaiolas, as quais eram transferidas para aquários de fibra de vidro (Figura 8), de formato cilíndrico-cônico, com capacidade para 200 L, equipados com aerador, troca parcial de água e recipiente coletor de fezes refrigerado, onde permaneciam por um período de aproximadamente 14 horas. Nos aquários de digestibilidade foram utilizadas pedras porosas como difusor de ar comprimido e pequena troca de água.



Figura 8 - Aquários para coleta de fezes com coletor refrigerado

As fezes foram coletadas por sedimentação (Figura 9) em recipiente refrigerado, centrifugadas (4°C) por 15 minutos, secas em estufa de circulação de ar a 52°C e, armazenadas em congelador a -18°C até o momento das análises. O teor de óxido de crômio usado como marcador inerte foi determinado pelo método de digestão com ácido nítrico e perclórico com a leitura sendo realizada em espectrofotômetro, segundo o método descrito por Furukawa e Tsukahara (1966).



Figura 9 - Coletores de fezes

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da fração protéica das dietas, foi determinado pelo método indireto usando óxido de cromo como marcador inerte na proporção de 0,5% da dieta. A digestibilidade aparente dos nutrientes nos alimentos foi estimada utilizando a equação proposta por Cho, Cowey, Watanabe (1985), eq. 10. Todos os ingredientes utilizados nas dietas teste, e as rações experimentais foram analisados quanto a sua composição centesimal (Tabela 02), conforme metodologia descrita pela A.O.A.C. (1990).

$$CDA_{PB}(\%) = 100 - 100 \times \left(\frac{\% \text{ indicador na dieta}}{\% \text{ indicador nas fezes}} \times \frac{\% \text{ nutriente nas fezes}}{\% \text{ nutriente na dieta}} \right) \quad (10)$$

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes-teste foram calculados utilizando a fórmula eq.(11):

$$CDA(\%) = \frac{100}{30} \times \left(CDA \text{ dieta teste} - \frac{70}{100} \times CDA \text{ dieta referência} \right) \quad (11)$$

A partir destes dados estimou-se os valores de proteína digestível (PD) de cada ingrediente teste (levedura, autolisados e parede celular), utilizando a eq. 12:

$$PD(\%) = \frac{\%PB(\text{ingrediente}) \times \%CDA_{PB}(\text{ingrediente})}{100} \quad (12)$$

Para elaboração das rações experimentais os ingredientes foram triturados em moinho, em seguida misturados nas proporções adequadas e bem homogeneizados, adicionando-se água para facilitar a peletização realizada em moedor de carne. Como ração controle foi utilizada a ração referência extrusada produzida para o ensaio de desempenho, posteriormente moída, adicionada dos ingredientes-teste e do óxido de cromo. As dietas ainda umedecidas foram transferidas para sacos plásticos preenchidos de ar e sofreram agitação para a formação de grânulos simétricos e, então submetidos à secagem em estufa com circulação de ar forçado a 52°C por 24 horas.

Tabela 2 - Composição centesimal* dos ingredientes utilizados nas rações do experimento de digestibilidade

Ingredientes	Nutrientes (%)					
	MS ¹	PB ¹	EE ¹	MM ¹	FB ¹	ENN ¹
Quirera de Arroz	90,51	42,02	8,71	14,67	3,12	79,96
Farelo de Soja	88,24	44,76	1,10	6,44	4,35	31,58
Farinha de Peixe	93,04	54,90	8,51	24,15	-	3,96
Glúten de Milho	91,95	41,98	8,69	14,75	3,02	22,14
Levedura	95,75	40,32	0,14	3,86	-	51,42
Parede Celular	97,36	33,63	0,51	4,23	-	56,75
Autolisado	96,72	32,46	0,42	7,09	-	58,99

- Não Determinado

1. MS- Matéria Seca, PB- Proteína Bruta, EE- Extrato Etéreo, MM- Matéria Mineral, FB- Fibra Bruta.

*Análises realizadas em triplicata

A dieta referência foi utilizada como base na formulação das dietas que continham os ingredientes testados (Tabela 03). As rações-teste continham 69,5%

do total da ração referência, 0,5% de óxido crômio e 30% do ingrediente estudado (Levedura Íntegra, Autolisado ou Parede Celular).

Tabela 3 - Fórmula e composição da dieta referência

Ingredientes	% da Dieta
Quirera de arroz	14,98
Farelo de soja	46,70
Farinha de Peixe	25,00
Glúten de Milho	10,30
Óleo de Soja	2,00
Suplemento Vitamínico e Mineral¹	1,00
BHT	0,02
Proteína Bruta (%)	42
Energia Bruta (kcal/kg)	4200

1. Composição do suplemento mineral e vitamínico da SUPREMAIS (Níveis de garantia por kg de suplemento): Ácido fólico, 250 mg; Ácido pantetônico, 5000mg; Antioxidante, 0,25g; Cobalto, 24,999mg; Cobre, 1999,9 mg; Ferro, 11,249,7mg; Iodo, 106,2 mg; Manganês, 3.749,9; Niacina, 3750mg; Selênio, 75,5 mg; Vitamina A, 1.000.000UI; Vitamina B1, 250 mg; Vitamina B12, 2.500 mcg; Vitamina B2, 1750 mg; Vitamina B6, 875 mg; Vitamina C, 12,500 mg; Vitamina D3, 600.000 UI; Vitamina E, 12.500 UI; Vitamina K, 315 mg; Zinco, 17.499,6 mg

Os resultados da análise de composição centesimal das dietas já elaboradas encontram-se na Tabela 04:

Tabela 4 - Composição centesimal* das dietas utilizadas nos testes de digestibilidade

Dietas	Nutrientes (%)					
	MS¹	PB¹	EE¹	MM¹	FB¹	ENN¹
C²	95,92	46,81	4,44	10,40	1,80	32,51
A⁴	94,62	40,68	3,15	10,27	1,15	32,49
L³	95,72	44,18	2,90	9,73	1,22	29,42
PC⁵	94,49	41,47	3,19	9,33	1,09	34,05

1. MS- Matéria Seca, PB- Proteína Bruta, EE- Extrato Etéreo, MM- Matéria Mineral, FB- Fibra Bruta, ENN- Extrativo não Nitrogenado. 2. Dieta referência (controle) sem levedura ou derivados, 3. L- Dieta com levedura íntegra, A- Dieta com autolisado e 5. Dieta com parede celular.

* Análises realizadas em triplicata

3.3 Delineamento Experimental

Para os valores médios dos parâmetros de desempenho e coeficientes de digestibilidade dos ingredientes-teste foi utilizada análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado com 7 tratamentos e 4 repetições, em esquema fatorial $3 \times 2 + 1$ correspondente aos três ingredientes utilizados em duas diferentes porcentagens de fornecimento e tratamento Controle (sem levedura ou derivados). O estudo do efeito dos fatores: ingredientes e níveis, e a interação entre eles foi feita utilizando-se a técnica dos contrastes ortogonais. Também foi realizado um estudo prévio das condições básicas para se aplicar a análise paramétrica (ANOVA). Toda análise estatística foi realizada utilizando-se o programa SAS General Linear Models (Statistical Analysis Systems).

4 Resultados e Discussão

4.2 Ensaio de desempenho produtivo.

Os dados obtidos no ensaio de desempenho encontram-se nas próximas tabelas. Na Tabela 05 pode-se verificar os valores de composição centesimal das carcaças dos juvenis de pintado.

Tabela 5 - Valores médios^A (\pm DP) e análise estatística para composição centesimal da carcaça dos peixes

Tratamentos	Nutrientes %					
	Umidade	Proteína Bruta	Materia Mineral	Extrato Etéreo	Ca% ¹	P% ¹
Inicial	76,56 \pm 2,27	16,12 \pm 0,49	13,88 \pm 0,28	2,17 \pm 0,16	6,04 \pm 0,12	2,41 \pm 0,24
C ³	76,32 \pm 0,52	15,70 \pm 0,20	13,72 \pm 1,25	4,26 \pm 0,80	3,77 \pm 0,47	1,67 \pm 0,25
A 2,5% ⁴	75,85 \pm 1,49	15,42 \pm 0,40	12,46 \pm 0,39	4,24 \pm 0,55	4,22 \pm 0,28	1,85 \pm 0,21
A 5,0% ⁵	75,09 \pm 0,07	15,59 \pm 0,17	13,44 \pm 0,95	4,74 \pm 0,34	4,08 \pm 0,39	1,90 \pm 0,14
L 2,5% ⁶	76,41 \pm 0,75	15,19 \pm 0,55	12,50 \pm 2,00	3,97 \pm 0,51	4,07 \pm 0,71	1,72 \pm 0,41
L 5,0% ⁷	78,31 \pm 2,11	15,43 \pm 0,06	14,97 \pm 0,05	3,72 \pm 0,18	4,76 \pm 1,47	1,89 \pm 0,48
PC 2,5% ⁸	77,71 \pm 0,87	15,04 \pm 0,38	12,95 \pm 0,49	3,42 \pm 0,16	4,85 \pm 0,98	2,00 \pm 0,19
PC 5,0% ⁹	75,87 \pm 1,58	15,70 \pm 0,23	12,65 \pm 0,27	4,37 \pm 0,50	4,14 \pm 0,93	1,79 \pm 0,25
Estatística	Valores de F para os parâmetros analisados					
Controle vs. demais	1,63 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,61 ^{ns}	6,59 ^{**}	1,63 ^{ns}	1,29 ^{ns}
A: 2,5 vs. 5,0%	0,88 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,68 ^{ns}	2,33 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}
L: 2,5 vs. 5,0%	0,03 ^{ns}	12,43 ^{**}	1,01 ^{ns}	25,37 ^{**}	11,82 ^{**}	10,54 ^{ns}
PC: 2,5 vs. 5,0%	0,56 ^{ns}	1,80 ^{ns}	2,89 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,22 ^{ns}
2,5%: A vs PC	9,40 ^{**}	0,00 ^{ns}	4,48 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,04 ^{ns}
5,0%: A vs PC	10,58 ^{**}	4,14 ^{ns}	0,17 ^{ns}	13,70 ^{**}	1,79 ^{ns}	0,21 ^{ns}
2,5%: L vs A+PC	0,45 ^{ns}	8,08 ^{**}	0,02 ^{ns}	28,66 ^{**}	8,91 ^{**}	7,89 ^{ns}
5,0%: L vs A+PC	0,00 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,69 ^{ns}
Valores de P dos tratamentos	0,01	0,02	0,45	<0,0001	0,02	0,75
Valores de F dos tratamentos	3,36	3,01	1,00	9,31	3,00	2,23

*. (P<0,05), ** (P<0,01) ; 1. Ca– Cálcio, P- Fósforo. A. Análises realizadas em triplicata, valores expresso em porcentagem da matéria original. Ns- Não significativo (P>0,05)

2. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (P<0,05). 3. C- dieta Controle, A2,5%- dieta com 2,5% de autolisado, 4. A5,0% dieta com 5,0% de autolisado, 6. L2,5%- dieta com 2,5% de levedura íntegra, 7. L5,0% dieta com 5,0% de levedura íntegra, 8. PC2,5%- dieta com 2,5% de parede celular, 9. PC5,0% dieta com 5,0% de parede celular

Com exceção do EE, praticamente não houve alteração nos teores de nutrientes corporais do pintado no início e após o experimento de alimentação com as diferentes dietas. Houve uma tendência de maior acúmulo de gordura na carcaça após 64 dias experimentais.

Os valores médios obtidos para matéria seca e extrato etéreo corporal dos juvenis de pintado estão próximos aos encontrados por Molina, Garro e Judis (2001) para esta espécie, que foram de $4,56 \pm 0,86\%$ para extrato etéreo e $71,70 \pm 1,43\%$ para a umidade. No presente estudo com pintados foi verificada diferença significativa ($P < 0,01$) na umidade quando comparados o autolisado (A) e a parede celular (PC) para os dois níveis (2,5% e 5,0%). Para os níveis estudados, os peixes alimentados com a ração contendo PC apresentaram teores de umidade superiores aos de A.

Verificou-se ainda que o conteúdo corporal de proteína bruta apresentou-se diferente quando comparado Levedura 2,5% (L 2,5%) e Levedura 5,0% (L5,0%) no qual L5,0% apresentou uma média significativamente maior ($P < 0,01$). Também pode-se verificar diferenças estatísticas comparando-se os resultados dentro do nível 2,5%: L 2,5% com a média de A + PC, onde A apresenta média superior a soma do valor médio de A e PC.

Apesar de não ocorrerem diferença significativa entre o controle e os demais tratamentos, os ingredientes suplementados em 5,0%, promoveram maior conteúdo de proteína corporal, discordando do resultado obtido por Baccarin e Pezzato (2001). Estes autores utilizando levedura na alimentação de tilápia do Nilo, verificaram que o tratamento controle apresentou menor conteúdo de proteína corporal quando comparados aos demais tratamentos que continham levedura, inferindo que esse resultado deve estar relacionado ao conteúdo de nitrogênio não

protéico presente na dieta. Apesar de isoprotéicas as dietas devem ter apresentado diferentes valores biológicos. No entanto, no estudo com pintados, para proteína também não foi verificada diferença entre o tratamento controle e os demais tratamentos.

Dabrowski et al. (1980), Tacon e Cooke (1980) e Martin, Goddard e Bemister (1993), obtiveram teores de proteína corporal mais elevados e de lipídeos mais baixo em peixes alimentados com levedura. No presente estudo, apesar dos resultados de proteína estarem de acordo com os autores citados, em relação ao extrato etéreo esta tendência foi observada apenas para a levedura íntegra. Esses resultados podem ser explicados pelos baixos níveis de ingredientes utilizados, esperando-se que os mesmos tivessem efeito como pró-nutrientes e não como fonte protéica como relatado por outros autores.

Diferenças ($P < 0,01$) foram verificadas quando analisados os níveis de extrato etéreo. O tratamento Controle (C) apresentou-se diferente dos demais tratamentos, de acordo com a análise estatística efetuada, L 2,5% apresentou deposição de gordura ligeiramente maior que o nível de 5,0%. Quando comparado autolisado 5,0% (A 5,0%) com parede celular 5,0% (PC 5,0%) pode-se verificar que A 5,0% apresentou um maior teor de gordura. Diferenças também foram verificadas quando comparados no nível 2,5%, L com a média de A+PC, onde L apresentou maior deposição (Tabela 06).

Rumsey, Winfree e Hughes (1992) verificaram que a proteína e gordura da carcaça de trutas não foram afetadas com a adição de levedura na dieta. No entanto, os maiores níveis utilizados (30 e 50% de adição de levedura na dieta) resultaram num aumento da deposição de matéria mineral. O mesmo foi observado por outros autores como Tacon e Cooke (1980), Davies e Wareham (1988) e Peres

e Oliva-Teles (2003). Especula-se que a adição de ácidos nucléicos à dieta reduz a motilidade intestinal e por esse motivo há um aumento no tempo disponível para a digestão e absorção mineral. Apesar de não ocorrer diferença ($P>0,05$) para a matéria mineral em nenhum dos ingredientes e níveis estudados, quando verificados os níveis de cálcio para L nos dois níveis (2,5% e 5,0%) nota-se diferença significativa ($P<0,05$) para a deposição de cálcio (L 2,5% - 4,07% e L 5,0% - 4,76%), indicando a maior absorção de cálcio pelos animais, o que não foi verificado nos outros tratamentos. Todavia, quando se compara no nível de 2,5%, L com as médias de A+PC verifica-se que os valores obtidos para levedura são estatisticamente inferiores à média dos outros tratamentos.

Tacon e Cooke (1980) relatam que apesar da levedura apresentar um bom coeficiente de digestibilidade, o ácido nucléico não possui valor nutricional promovendo uma menor deposição de nitrogênio, porém, esta afirmação não foi confirmada com os níveis de levedura e derivados testados para pintados neste estudo. Estes mesmos autores verificaram um aumento nos níveis de matéria mineral em consequência à inclusão dos ácidos nucléicos na dieta. Apesar de não significativo ($P>0,05$) para levedura íntegra e autolisado, foi verificada esta tendência. Pode-se afirmar que exceto para a parede celular os outros tratamentos proporcionaram tendência de aumento da deposição de matéria mineral.

Na Tabela 06 estão apresentados os índices de desempenho calculados após o fim do período experimental.

Tabela 6 - Valores médios¹ (\pm DP) para Ganho de Peso Médio (GPM), Taxa de Crescimento Específico (TCE), Conversão Alimentar Aparente (CAA), Sobrevivência (SO) e Consumo de Ração (g) (CR)

	Índices de Desempenho				
	GPM (g)	TCE%/dia	CAA	SO%	CR (g)
Tratamentos					
C ²	30,51 \pm 3,83	1,81 \pm 0,15	1,37 \pm 0,14	72,22 \pm 7,85	355,08 \pm 6,42
A 2,5% ³	27,36 \pm 0,89	1,58 \pm 0,08	1,44 \pm 0,01	86,11 \pm 3,93	407,54 \pm 6,96
A 5,0% ⁴	28,11 \pm 5,43	1,56 \pm 0,18	1,33 \pm 0,13	88,89 \pm 10,39	389,31 \pm 45,00
L 2,5% ⁵	30,93 \pm 7,20	1,67 \pm 0,31	1,32 \pm 0,03	87,50 \pm 10,75	408,61 \pm 9,63
L 5,0% ⁶	27,67 \pm 0,23	1,71 \pm 0,01	1,37 \pm 0,03	75,00 \pm 0,00	359,32 \pm 45,61
PC 2,5% ⁷	20,84 \pm 3,93	1,28 \pm 0,11	1,43 \pm 0,21	91,67 \pm 6,80	314,21 \pm 15,02
PC 5,0% ⁸	24,96 \pm 2,28	1,56 \pm 0,10	1,53 \pm 0,25	77,08 \pm 7,97	356,82 \pm 6,42
Estatística	Valores de F para os parâmetros analisados				
Controle vs. demais	2,83 ^{ns}	7,79 ^{**}	0,23 ^{ns}	8,63 ^{**}	1,12 ^{ns}
A: 2,5 vs. 5,0%	0,07 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,70 ^{ns}
L: 2,5 vs. 5,0%	1,30 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,20 ^{ns}	5,32 [*]	5,13 [*]
PC: 2,5 vs. 5,0%	1,01 ^{ns}	5,86 [*]	1,05 ^{ns}	7,25 ^{**}	3,84 ^{ns}
2,5%: L vs A+PC	6,16 ^{ns}	5,58 [*]	1,56 ^{ns}	0,09 ^{ns}	6,42 ^{**}
5,0%: L vs A+PC	0,21 ^{ns}	2,13 ^{ns}	0,51 ^{ns}	2,90 ^{ns}	0,53 ^{ns}
2,5%: A vs PC	3,17 ^{ns}	6,72 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,05 ^{ns}	18,40 ^{**}
5,0%: A vs PC	1,21 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,81 ^{ns}	4,75 [*]	2,23 ^{ns}
Valores de P dos tratamentos	0,09	0,007	0,43	0,07	0,03
Valores de F dos tratamentos	2,10	4,07	1,03	4,02	4,86

1. Resultados de determinações feitas em triplicata. * (P<0,05), ** (P<0,01), ns. Não significativo (P>0,05)

2. C- dieta Controle, 3. A2,5%- dieta com 2,5% de autolisado, 4. A5,0% dieta com 5,0% de autolisado, 5. L2,5%- dieta com 2,5% de levedura íntegra, 6. L5,0% dieta com 5,0% de levedura íntegra, 7. PC2,5%- dieta com 2,5% de parede celular, 8. PC5,0% dieta com 5,0% de parede celular

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os níveis de levedura e seus derivados, para as variáveis de desempenho: GPM e CAA (Tabela 06). Os níveis dos ingredientes teste tiveram efeito ($P<0,05$) para TCE, CR e SO dos juvenis de pintado.

Como descrito por Rumsey, Winfree e Hughes (1992) o estudo com leveduras na alimentação de peixes é na maioria das vezes interessante e complexo. Em trabalhos anteriores Rumsey et al. (1991b) e Tacon e Cooke (1980) relatam que a adição de ácidos nucleicos na dieta diminui a ingestão de alimentos para trutas. Esta afirmação pode ser observada no presente estudo (Tabela 6), pois verifica-se que o consumo dos animais alimentados com os maiores níveis de L e A, provocaram redução no consumo. No entanto, esta diferença somente é significativa ($P<0,05$) entre L2,5% (408,61g) e L5,0% (359,32g), o mesmo pode ser verificado quando no nível 2,5% compara-se L com a média de A+PC, sendo L superior a média do demais. O consumo de rações também foi significativamente diferente ($P<0,01$) para o tratamento contendo A2,5%, maior do que o tratamento PC2,5%. Esta diferença de consumo pode estar relacionada com a exposição dos ácidos nucleicos do autolisado exigindo que os animais consumissem mais devido aos prejuízos na metabolização da proteína verdadeira, ou a uma menor apetibilidade do ingrediente.

De modo geral tanto o autolisado como a levedura íntegra promoveram maior consumo pelos peixes. Contrariamente aos resultados obtidos neste estudo, Carvalho (2002), observou para tilápia, aumento de consumo ($P<0,01$) de ração contendo parede celular quando comparado à levedura íntegra e controle (sem levedura). O autolisado de levedura é um produto que tem sido utilizado em alimentos para humanos como uma forma de melhorar suas propriedades sensoriais, em que o gosto à carne é realçado (SCHMIDT, 1987). O ácido glutâmico

apresenta-se em elevada concentração no autolisado e no extrato de levedura, e juntamente com nucleotídeos, deve ser o principal responsável pelo sabor da dieta. Portanto, o autolisado e a parede celular utilizados como ingredientes das dietas no estudo de Carvalho (2002), podem ter melhorado o sabor e incrementado o consumo, conseqüentemente promovido o melhor desempenho dos peixes.

Rumsey, Winfree e Hughes (1992), estudando trutas verificaram que as bases púricas e pirimidicas dos ácidos nucléicos das leveduras, ou ainda alguma outra substância não identificada exercem um efeito negativo sobre o ganho de peso e taxa de conversão alimentar dos animais alimentados com 50 e 75% de levedura na dieta. Para os autores, os níveis mais altos de levedura na dieta resultaram em menor consumo e especula-se que este problema esteja relacionado a apetibilidade do ingrediente que pode ser resolvido com o rompimento das células. Pode-se verificar no ensaio com pintados que A apresentou um dos maiores consumos e apesar de conflitante com o estudo anterior, ainda pode-se verificar que com o aumento dos níveis para autolisado e levedura houve uma redução no consumo. Levando em consideração que no estudo anterior foi utilizada até 75% de levedura na dieta pode-se dizer que os resultados do presente estudo concordam com os obtidos por Rumsey, Winfree e Hughes (1992).

Oliva-Teles, Guedes e Kaushik (2003) em experimento com “sea bream” *Sparus aurata*, estudaram os efeitos da alimentação contendo dois níveis de levedura e ácidos nucléicos e verificaram que quando alimentadas com levedura, o consumo foi aumentado quando comparado à dieta controle, mas não houve diferença no crescimento final. Também relatam que quando alimentados com ácidos nucléicos observou-se um efeito negativo sobre a performance, indicando pouca capacidade de degradar os ácidos nucléicos em uréia, pela enzima uricase.

Quanto ao parâmetro taxa de crescimento específico (TCE), com juvenis de pintado, o tratamento controle (sem levedura ou derivados), apresentou-se altamente significativo ($P < 0,01$) se comparado aos demais tratamentos (Tabela 06). Também houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os dois níveis de levedura íntegra, encontrando-se os maiores valores para a dieta com 5,0% de levedura.

Higuera et al. (1981) utilizando dieta contendo 80% de levedura na alimentação de trutas verificaram que após 21 dias de alimentação houve um decréscimo no consumo dos animais alimentados com esta dieta, e também uma tendência de diminuição do nitrogênio corporal e, que o índice de retenção de proteína foi significativamente menor. No entanto, esta observação não se aplica ao estudo com pintados.

Na Tabela 7 podem ser verificadas, Taxa de Eficiência Protéica (TEP), Índice de Retenção de Nitrogênio (IRN%) e Proteína Bruta no Ganho de Peso (PBG%). Na Tabela 8, Índices Hepatosomático (IHS), Viscerosomático (IVS) e Comprimento Intestinal Relativo (CI).

Tabela 7 – Valores médios (\pm DP) da Taxa de Eficiência Protéica TEP, Índice de Retenção de Nitrogênio (IRN%) e Proteína Bruta no Ganho de Peso (PBGP%)

Tratamentos	Índices		
	TEP	IRN%	PBGP%
C ¹	1,63 \pm 0,01	29,88 \pm 2,14	15,02 \pm 0,02
A 2,5% ²	1,53 \pm 0,17	24,90 \pm 0,54	14,72 \pm 0,41
A 5,0% ³	1,60 \pm 0,03	27,54 \pm 2,51	15,07 \pm 0,48
L 2,5% ⁴	1,67 \pm 0,03	27,54 \pm 3,90	14,45 \pm 0,55
L 5,0% ⁵	1,62 \pm 0,21	26,44 \pm 1,09	14,85 \pm 0,09
PC 2,5% ⁶	1,58 \pm 0,25	26,94 \pm 1,60	14,90 \pm 1,50
PC 5,0% ⁷	1,47 \pm 0,15	24,83 \pm 3,20	14,52 \pm 0,80
Estatística	Valores de F para os parâmetros analisados		
Controle vs. demais	0,45 ^{ns}	7,33 ^{ns}	0,78 ^{ns}
A: 2,5 vs. 5,0%	0,42 ^{ns}	2,42 ^{ns}	0,78 ^{ns}
L: 2,5 vs. 5,0%	0,25 ^{ns}	0,42 ^{ns}	1,05 ^{ns}
PC: 2,5 vs. 5,0%	1,00 ^{ns}	1,55 ^{ns}	0,81 ^{ns}
2,5%: A vs PC	0,20 ^{ns}	1,45 ^{ns}	0,19 ^{ns}
5,0%: A vs PC	1,33 ^{ns}	2,55 ^{ns}	1,94 ^{ns}
2,5%: L vs A+PC	1,63 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,08 ^{ns}
5,0%: L vs A+PC	0,72 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Valores de P dos Tratamentos	0,58	0,09	0,63
Valores de F dos Tratamentos	0,80	2,10	0,73

*. (P<0,05), ** (P<0,01), ns. Não significativo (P>0,05)

1 C- dieta Controle, 2 A2,5%- dieta com 2,5% de autolisado, 3 A5,0% dieta com 5,0% de autolisado, 4 L2,5%- dieta com 2,5% de levedura íntegra, 5.L5,0% dieta com 5,0% de levedura íntegra, 6 PC2,5%- dieta com 2,5% de parede celular, 7 PC5,0% dieta com 5,0% de parede celular

Tabela 8 - **Valores médios (\pm DP) dos Índices hepatossomático (IHS), víscerosomático (IVS) e a relação entre comprimento total, comprimento intestinal relativo(CI)**

Tratamentos	Índices		
	IHS%	IVS%	CI
C ¹	1,70 \pm 0,20	8,42 \pm 0,88	0,63 \pm 0,02
A 2,5% ²	1,46 \pm 0,15	7,58 \pm 0,71	0,58 \pm 0,02
A 5,0% ³	1,52 \pm 0,12	7,79 \pm 0,38	0,55 \pm 0,04
L 2,5% ⁴	1,38 \pm 0,27	7,68 \pm 0,61	0,55 \pm 0,03
L 5,0% ⁵	1,48 \pm 0,37	7,55 \pm 0,78	0,56 \pm 0,03
PC 2,5% ⁶	1,52 \pm 0,29	7,92 \pm 0,92	0,54 \pm 0,03
PCr 5,0% ⁷	1,49 \pm 0,17	7,61 \pm 0,36	0,56 \pm 0,05
Estatística	Valores de F para os parâmetros analisados		
Controle vs. demais	10,26 ^{ns}	12,69 ^{**}	13,88 ^{**}
A: 2,5 vs. 5,0%	0,41 ^{ns}	0,61 ^{ns}	1,87 ^{ns}
L: 2,5 vs. 5,0%	0,93 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,24 ^{ns}
PC: 2,5 vs. 5,0%	0,11 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,61 ^{ns}
2,5%: A vs PC	0,41 ^{ns}	1,59 ^{ns}	3,8 ^{ns}
5,0%: A vs PC	0,11 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,15 ^{ns}
2,5%: L vs A+PC	1,56 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,46 ^{ns}
5,0%: L vs A+PC	0,12 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Valores de P dos Tratamentos	0,10	0,04	0,03
Valores de F dos Tratamentos	2,09	2,58	2,94

* (P<0,05), ** (P<0,01) . Ns. Não significativo (P>0,05)

1. C- dieta Controle, 2. A2,5%- dieta com 2,5% de autolisado, 3. A5,0% dieta com 5,0% de autolisado, 4. L2,5%- dieta com 2,5% de levedura íntegra, 5. L5,0% dieta com 5,0% de levedura íntegra, 6. PC2,5%- dieta com 2,5% de parede celular, 7. PC5,0% dieta com 5,0% de parede celular

Os valores médios de TEP (Tabela 07) obtidos neste trabalho com juvenis de pintado são baixos (1,47 a 1,67), quando comparados a outros estudos com peixes alimentado com dietas contendo levedura; entre 2,30 a 2,56 para a tilápia do Nilo (CARVALHO, 2002); entre 2,07 a 2,58 para o pacu (PÁDUA,1996) e entre 1,17 e 2,06 para a tilápia do Nilo (BACCARIN e PEZZATO, 2001). A baixa taxa de eficiência protéica (Tabela 07) pode estar relacionada a grande quantidade de proteína bruta da dieta resultando numa maior utilização desta como fonte de energia. A disponibilidade de certos aminoácidos também é um importante fator que pode afetar a digestibilidade do nitrogênio (HIGUERA et al., 1981).

Baccarin e Pezzato (2001) verificaram em experimento com tilápias que não houve influência para GP e TCE, porém os animais apresentaram menor conteúdo de proteína corporal e maior de lipídeos.

Peres e Oliva-Teles (2003), verificaram que as dietas contendo 6 e 12% de extrato de RNA (ácido desoxiribonucléico) na alimentação do “sea bass”, resultam numa menor taxa de retenção de nitrogênio tendo, a dieta controle, apresentado o melhor valor (33,8% contra 28,2 e 25,2% das dietas com 6 e 12% de levedura, respectivamente). Apesar de não ser significativo ($P > 0,05$) o IRN% foi ligeiramente maior para C, no presente estudo com pintados (Tabela 07). O mesmo foi verificado para a TCE em ambos os estudos (pintados e “sea bass”) apresentando menores valores com o aumento dos níveis de levedura (Controle-1,94; L6%-1,89 e L12%-1,80), altamente significativo para pintados ($P < 0,01$). No entanto, Peres e Oliva-Teles (2003) verificaram que houve um aumento da ingestão de alimentos, com o aumento dos níveis de levedura na dieta.

Não ocorreram diferenças significativas para o índice hepatossomático. As dietas que continham a suplementação de RNA resultaram numa maior excreção de

nitrogênio com conseqüente decréscimo da retenção de nitrogênio, sugerindo que a maior parte do NNP estava sendo excretado por meio da urina e das brânquias. O mesmo foi observado por Tacon e Cooke (1980). Os resultados obtidos no presente estudo estão parcialmente de acordo com os declarados por Peres e Oliva-Teles (2003). Para parede celular observou-se um significativo aumento na TCE% ($p < 0,05$) quando aumenta-se o nível de 2,5 a 5,0%, embora não tenha havido aumento do consumo.

Rumsey, Winfree e Hughes (1992) também verificaram em seu estudo com ácidos nucleicos e bases púricas na alimentação da truta arco-íris que com uma dieta basal contendo 28%PB obtiveram índice de retenção de nitrogênio (IRN) de 27,1% próximo aos obtidos em nosso estudo para as dietas teste. Todavia os valores obtidos para as dietas teste pelos autores ($21,72 \pm 0,81\%$) foram menores que os obtidos para pintados (29,88% para a dieta controle e de 24,83 a 27,54% para os demais tratamentos). Os maiores valores devem estar relacionados ao maior teor de PB da ração dos pintados. Os autores concluem que tanto o NNP quanto o nitrogênio protéico foi utilizado como fonte de aminoácidos não essenciais.

Foram verificadas diferenças ($p < 0,01$) para a sobrevivência, quando comparados o C com os demais tratamentos (Tabela 06). O tratamento sem levedura apresentou a menor sobrevivência ($P < 0,05$), indicando que a utilização da levedura e seus derivados podem melhorar o sistema imunológico dos animais. Tal fato foi constatado por Li e Gatlin III (2003a e b) que verificaram redução na mortalidade nos híbridos de "striped bass" alimentados com até 4% de levedura na dieta. Também foram verificados valores significativos ($P < 0,05$) quando comparados os dois níveis de L, onde o menor nível (2,5%) apresentou a melhor sobrevivência ($87,50\% \pm 10,75$). Da mesma forma, a melhor sobrevivência ($P < 0,01$) foi obtida no

nível mais baixo de parede celular (91,67%). Curiosamente a menor sobrevivência foi observada para o maior nível de parede celular. Altas taxas de mortalidade foram observadas em truta arco-íris, que receberam dietas com bases púricas livres, extraídas de RNA de levedura (RUMSEY et al. 1992). Todavia, no presente estudo, supondo-se que a maior proporção de RNA pode estar presente no autolisado de levedura, este tratamento A5,0% deveria ter apresentado a menor taxa de sobrevivência, o que não ocorreu. Pelo contrário A5,0%, proporcionou a segunda maior taxa de sobrevivência.

Também foram verificadas diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para IVS% e CI (Tabela 08). O tratamento controle promoveu valores mais elevados para IVS% e CI, contrariando o observado por Pádua, Oliveira e Sgarbieri (2000) com ratos Wistar, no qual a utilização da parede celular aumentou a velocidade do trânsito intestinal resultando no aumento do comprimento deste. Os dados obtidos para pintados indicam que houve uma redução na velocidade de passagem, já indicada pela maior deposição de cálcio na carcaça e agora confirmada.

Li e Gatlin III (2003a) utilizaram 1,2 e 4% de levedura (*S. cerevisiae*) na dieta do híbrido de "striped bass" e verificaram que quando utilizada em níveis de até 2% promoveu um ganho de peso 20% superior ao da dieta controle, no entanto quando adicionada em 4% da dieta promoveu crescimento similar aos menores níveis.

Rumsey, Winfree e Hughes (1992) verificaram que com o aumento do RNA na dieta basal (0,6% para 4,1%) houve aumento na ingestão de alimentos, ganho de peso corporal e retenção de nitrogênio na carcaça. Os animais alimentados com o maior nível não apresentaram melhor conversão alimentar, sugerindo que pouco nitrogênio não protéico foi utilizado para síntese de aminoácidos não essenciais, o mesmo que pode ser observado no experimento com pintados. Apesar de não

apresentar-se significativo ($P>0,05$) L2,5% resultou no maior ganho de peso médio, embora, este tratamento tenha apresentado o maior consumo de ração pelos peixes.

As discrepâncias de resultados podem ser explicadas pelas diferentes condições de produção das células utilizadas, afetando a composição final de nucleotídeos (HSU, 1961).

4.2.1 Parâmetros bioquímicos plasmáticos

Poucos são os trabalhos que disponibilizam valores para os parâmetros sanguíneos em peixes, principalmente no que se refere a peixes tropicais. Para a espécie estudada foram encontrados valores publicados apenas para os níveis de glicose. Todos os valores encontram-se dispostos na Tabela 9.

A inclusão de leveduras e seus derivados nas dietas de juvenis de pintado, não foram causa de alterações significativas ($P>0,05$) dos níveis de glicose e uréia sanguíneos, mas tiveram efeito sobre a proteína total e ácido úrico.

Tabela 9 - Parâmetros bioquímicos plasmáticos.

Tratamentos	Parâmetros bioquímicos			
	Glicose (mg/dL)	Proteína Total (g/dL)	Uréia (mg/dL)	Ácido Úrico (mg/dL)
C ¹	116,34±19,07	2,44±0,36	5,88±1,19	1,88±0,33
A 2,5% ²	109,72±18,32	2,17±0,39	5,09±0,90	2,39±0,42
A 5,0% ³	126,88±11,95	1,99±0,21	4,79±0,53	2,31±0,45
L 2,5% ⁴	137,88±27,32	1,97±0,31	5,12±1,08	2,51±0,60
L 5,0% ⁵	121,34±13,34	2,35±0,09	5,62±0,24	1,86±0,28
PC 2,5% ⁶	130,06±26,36	2,38±0,39	4,78±0,13	1,68±0,70
PC 5,0% ⁷	141,70±19,07	1,95±0,19	5,33±0,45	2,64±0,46
Estatística	Valores de F para os parâmetros analisados			
Testemunha vs. demais	0,82 ^{ns}	4,22 ^{ns}	4,20 ^{ns}	3,15 ^{ns}
A: 2,5 vs. 5,0%	0,90 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,08 ^{ns}
L: 2,5 vs. 5,0%	0,98 ^{ns}	5,02*	1,18 ^{ns}	6,47*
PC: 2,5 vs. 5,0%	0,48 ^{ns}	5,61*	1,67 ^{ns}	10,57**
2,5%: A vs PC	1,27 ^{ns}	1,38 ^{ns}	0,52 ^{ns}	5,90*
5,0%: A vs PC	0,79 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,64 ^{ns}	1,22 ^{ns}
2,5%: L vs A+PC	1,46 ^{ns}	3,99 ^{ns}	0,19 ^{ns}	4,13*
5,0%: L vs A+PC	0,80 ^{ns}	6,83**	2,27 ^{ns}	6,93**
Valores de P dos Tratamentos	0,54	0,04	0,18	0,01
Valores de F dos Tratamentos	0,85	2,79	1,65	3,54

*. (P<0,05), ** (P<0,01), Ns- Não significativo (P>0,05)

1. C- dieta Controle, 2. A2,5%- dieta com 2,5% de autolisado, 3. A5,0% dieta com 5,0% de autolisado, 4. L2,5%- dieta com 2,5% de levedura íntegra, 5. L5,0% dieta com 5,0% de levedura íntegra, 6. PC2,5%- dieta com 2,5% de parede celular, 7. PC5,0% dieta com 5,0% de parede celular

Higuera et al. (1981) verificaram um aumento na concentração plasmática de uréia de trutas alimentadas com levedura. Este aumento destes deve ter ocorrido devido ao alto catabolismo de nucleotídeos, devendo ser levada em consideração à importância do catabolismo das purinas como fonte de uréia. A análise enzimática demonstrou que a uricase e a alantoína são presentes em quantidades suficientes para garantir metabolização produzindo uréia pela maioria dos peixes, sendo o ácido úrico a maior fonte.

Acredita-se que a alta atividade uricase seja a maior responsável por não ocorrerem mudanças significativas nos níveis plasmáticos de uréia, metabolizando o ácido úrico excedente (HIGUERA et al., 1981). No estudo com pintados apesar de alguns tratamentos terem resultado em maiores níveis plasmáticos de ácido úrico, os animais foram capazes de metabolizar o ácido úrico excedente e transformá-lo em uréia, pois não foi verificada diferença nos níveis de uréia dos tratamentos teste em relação ao controle.

Higuera et al. (1981) verificaram que os níveis de uréia no plasma apesar de não significativo foram maiores nas trutas alimentadas com levedura (77,6 mg/100mL) que nos animais alimentados com farinha de peixe (41,4 mg/100mL); os valores de ácido úrico no plasma também não sofreram alteração e foram de 1,5 e 1,3 mg/100mL para os animais alimentados sem e com levedura, respectivamente.

Os valores obtidos por Higuera et al. (1981) para uréia estão muito acima dos obtidos no estudo com pintados, mesmo quando as trutas não foram alimentadas com levedura. Entretanto, quando se analisa as dosagens de ácido úrico pode-se observar que os valores encontram-se muito próximos. Pode-se concluir que os níveis utilizados no estudo com pintados não foram capazes de alterar esse parâmetro, indicando uma boa metabolização protéica.

Sanchez-Muniz et al. (1973) verificaram as conseqüências metabólicas em trutas alimentadas com levedura (*Hansenula anomala*) e observaram que em dietas com 50% de levedura os animais não apresentaram diferenças nas concentrações plasmáticas de ácido úrico sendo de $1,5 \pm 06$ mg/100mL e $1,3 \pm 01$ mg/100mL, para as dietas controle e com levedura, respectivamente. Os valores para uréia plasmática apesar de não significativos apresentaram aumento para os animais alimentados com levedura, na dieta controle a concentração foi de $41,4 \pm 3,6$ mg/100mL e $77,6 \pm 16$ mg/100mL. Observaram que a proteína sérica total não foi alterada, entretanto, foram verificadas modificações nas porcentagens de albumina e β -globulina. Estes resultados concordam com os obtidos por Higuera (1981).

Para os peixes do presente estudo verificou-se resultados significativos para proteína total. Os animais alimentados com L5,0% apresentaram maior concentração protéica no sangue quando comparado a L2,5% (2,35g/dL e 1,97g/dL, respectivamente). O oposto ocorreu com os tratamentos PC, onde PC2,5% resultou em maiores valores (2,38 g/dL) quando comparado com o nível de 5,0% (1,95 mg/dL). Quando comparou-se dentro do nível 5,0%, a levedura íntegra com a média dos valores de A+PC, verifica-se que a média para L apresenta-se maior que a média dos demais tratamentos ($p < 0,01$).

Para as dosagens de ácido úrico neste estudo, a inclusão de levedura em 2,5% promoveu maior nível de ácido úrico sanguíneo ($2,51 \pm 0,60$ mg/dL) em comparação a L5,0% ($1,86 \pm 0,28$ mg/dL), tendência contrária a apresentada para proteína total. Também foram verificadas diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) para PC2,5% ($1,68 \pm 0,70$ mg/dL) e PC5,0% ($2,64 \pm 0,46$ mg/dL), tendência contrária a verificada para proteína total. Quando comparados no nível 5,0%, a comparação de L com a média de A + PC mostra-se superior a L5,0% ($P < 0,05$). A mesma

comparação foi significativa ($p < 0,05$) para o nível 2,5%. Neste caso, L2,5% foi superior a média dos demais tratamentos. Ainda para o nível 2,5% verifica-se diferença, ($p < 0,05$) onde A (2,39 mg/dL) é superior a PC (1,68 mg/dL).

Os valores obtidos para glicose sanguínea estão acima dos observados por Baccarin, Pezatto e Urbinati (2000) (45,17 mg/100mL para o tratamento controle e 64,67 mg/100mL para o tratamento que continha levedura), para pintados Lundstedt, Melo e Moraes (2004), verificaram valores de $8,14 \pm 0,83$ $\mu\text{mol/mg}$. Não houve diferença entre as dosagens glicêmicas nos diferentes tratamentos testados.

Mahnken, Spinelli e Waknitz (1980) verificaram que o salmão quando alimentado com levedura em diferentes concentrações, até completa a substituição da farinha de peixe, não apresentou sinais de estresse nutricional considerando que os níveis glicêmicos nos diferentes tratamentos apresentavam-se dentro da normalidade para a espécie ($64,83 \pm 4,63$ mg/dL), valores abaixo dos apresentados pelos pintados, indicando hiperglicemia e um possível estresse nutricional.

Pádua (1996) verificou níveis de até 178,07mg/100mL para animais alimentados com 100% de substituição da farinha de peixe pela levedura, com valores médios de glicemia ($P > 0,01$) aos 87 dias de experimento de 107,17 mg/100mL para 140 mg/100mL. O elevado teor de glicose não pode ser explicado pelo estresse nutricional resultado da presença dos ingredientes teste, pois a dieta controle também apresentou o mesmo perfil.

Vilela, Sgarbieri e Alvim (2000) verificando o valor nutritivo da levedura íntegra, autolisado e parede celular para ratos Wistar verificaram que níveis de substituição de até 30% da dieta-padrão pela levedura e seus derivados, os animais não apresentaram valores de ácido úrico próximos aos considerados normais (1,2-7,5 mg/dL). Para os valores de uréia ($45,20 \pm 4,26$ mg/dL), após 50 dias houve

diferença estatística para os animais alimentados com 30% de levedura. No entanto, os valores apresentados foram menores que os da dieta-padrão indicando uma possível adaptação metabólica dos animais à dieta. Os valores obtidos de uréia para o pintado neste estudo estão muito abaixo dos obtidos para ratos alimentados com levedura, demonstrando que apesar de ambas apresentarem valores de ácido úrico semelhantes, a metabolização deste nos peixes é mais eficiente resultando em baixos níveis de uréia.

Oliva-Teles, Guedes e Kaushik (2003) verificaram que em juvenis de *Spaarus aurata* alimentados com RNA à excreção de uréia foi aumentada assim como os níveis deste no plasma, indicando que a excreção de uréia sofreu influência dos ácidos nucleicos na dieta e diretamente da uricólise.

4.1 Ensaio de Digestibilidade

A composição química dos ingredientes-teste utilizados nas dietas dos juvenis de pintado, bem como os coeficientes de digestibilidade aparente e proteína digestível estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores médios^A dos nutrientes dos ingredientes e seus respectivos coeficientes de digestibilidade aparente e proteína digestível para pintados (*Pseudoplatystoma coruscans*)

Estatística	Nutrientes						
	MS% ¹	PB% ¹	EE% ¹	MM% ¹	ENN% ¹	CDA-PB% ²	PD% ³
F	10,66**	241,88**	482,35**	400,05**	240,30**	133,56**	46,23**
CV (%)	0,44	1,33	5,18	3,20	0,79	5,52	9,58
Ingredientes							
Autolisado	96,71 ^{a4}	32,45 ^b	0,34 ^b	7,33 ^a	56,76 ^b	28,48 ^b	9,24 ^b
Levedura Íntegra	95,75 ^b	40,31 ^a	0,13 ^c	3,86 ^b	51,43 ^c	71,54 ^a	24,92 ^a
Parede Celular	97,36 ^a	33,62 ^b	0,60 ^a	4,22 ^b	59,20 ^a	77,45 ^a	25,19 ^a

1. MS- Matéria Seca, PB- Proteína Bruta, EE- Extrato Etéreo, ENN- Extrativo Não Nitrogenado, 2. CDA-PB- Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta, 3. PD- Proteína Digestível.

4. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

A. Análises realizadas em triplicata

** (P<0,01)

A levedura íntegra (*Saccharomyces cerevisiae*) contém maior nível de proteína que seus derivados e os menores teores de EE, MM e ENN. Estes valores estão bem próximos aos citados por Benassi, Camargo e Ciacco (1990), onde a levedura apresenta 38,97% PB, 1,69% EE, 5,14% MM e 53,58% ENN. No entanto, Pádua (1996) encontrou valores de 32,64% PB, 0,81% EE; 3,25% MM e 52,43% ENN para levedura íntegra (*S. cerevisiae*). As diferentes composições obtidas para a mesma espécie de levedura estão relacionadas aos processos de fermentação utilizados, e dependendo do volume de nitrogênio e açúcar presente no substrato, o extrato etéreo pode atingir até 60% (HSU, 1961) e o ENN pode variar entre 15 a 60% da matéria seca (ROSE e HARRISON, 1970). Quanto aos derivados de levedura, autolisado e parede celular, são poucos os estudos publicados. Sgarbieri et al. (1999) verificaram valores de 46,45% de PB, 3,30% de EE e 8,83% de MM para o autolisado, e 32,70% de PB, 4,54% de EE e 4,43 de MM para a fração parede celular. Estes valores são superiores aos obtidos no presente estudo para os nutrientes PB e EE, concordando somente para a MM.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína da levedura íntegra e parede celular não foram muito altos para o pintado, obtendo-se 71,54% para levedura íntegra e 77,45% para parede celular e, para a levedura autolisada, de apenas 28,48%.

Os valores obtidos de coeficiente de digestibilidade aparente neste estudo para a levedura íntegra são inferiores aos observados na literatura para diversas espécies animais. Lee (2002) encontrou valores de digestibilidade aparente da proteína da levedura de 78% para adultos de "rockfish" (*Sebastes schlegelii*) e 73% para juvenis, estando pouco abaixo dos obtidos por Baccarin (1999) que foi de 86,92% da PB para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Shipton e Britz (2002)

avaliando técnicas de digestibilidade, para o molusco *Haliotis midae* L, observaram que a digestibilidade *in vitro* da proteína da levedura foi de 83,4% e *in vivo* 82,5%. Frente a estes resultados pode-se inferir que a utilização da levedura é viável como fonte protéica na alimentação do pintado.

Trabalhando com levedura de petróleo, Scherbina e Kaskauskene (1987), observaram coeficiente de digestibilidade aparente de 88% para a carpa comum. Cheng, Hardy e Huige (2004) obtiveram 57,1% de digestibilidade quando realizados testes com a truta arco-íris e consideraram a utilização da levedura viável para esta espécie de peixe. Tacon e Cooke (1980) apontaram melhores resultados, com coeficiente de digestibilidade aparente de 93,57% a 92,92% para a mesma espécie. No presente estudo, com pintados, verificou-se valores de 28,48%, 71,54% e 77,45%, para o autolisado, levedura íntegra e parede celular, respectivamente. Para a levedura íntegra os valores obtidos por Scherbina e Kaskauskene (1987) e Tacon e Cooke (1980) são superiores aos obtidos para a espécie estudada. No entanto, obteve-se resultado 57,1% superior ao obtido por Cheng, Hardy e Huige (2004), na alimentação da truta arco-íris.

Rumsey et al. (1991b) estudando a digestibilidade da levedura íntegra e com a célula desintegrada, em truta arco-íris, verificaram que quando a parede celular é rompida e expõe-se o conteúdo celular, a absorção da proteína aumenta em mais de 20%. O oposto pode ser verificado neste estudo com pintados, quando utilizou-se o autolisado, verificou-se uma menor digestibilidade da proteína (9,24%) quando comparado aos demais tratamentos (levedura íntegra 24,92% e parede celular 25,19%). No ensaio com pintados a parede celular apresentou melhor coeficiente de digestibilidade aparente que a levedura íntegra e autolisado, mas apresenta diferença estatística somente quando comparado ao autolisado (77,45 e 28,48%

respectivamente). Lara-Flores et al. (2003) verificaram que a digestibilidade da ração é aumentada quando utiliza-se a levedura como probiótico, para a tilápia do Nilo.

Oliva-Teles e Gonçalves (2001) verificaram que a inclusão de diversos níveis de levedura na dieta (11; 21,9; 32,9 e 54,8%) na alimentação do “sea bass” (*Dicentrarchus labrax*) há uma menor utilização da proteína da dieta e o aproveitamento desta diminui com o aumento da inclusão do ingrediente na ração. Quando utilizado em 32,9%, valor próximo ao utilizado no presente estudo verificou-se um coeficiente de digestibilidade aparente da proteína de 91,2%, e para o maior nível 54,8% verificou-se um decréscimo na digestibilidade da proteína para 86,7%. Quando compara-se o resultado obtido para o “sea bass” com os resultados para pintados verifica-se que para um mesmo nível de ingrediente na ração, o “sea bass” apresentou valor 20% superior ao obtido com pintados. Neste caso deve-se salientar que ambas as espécies são piscívoras; no entanto, o “sea bass” conseguiu metabolizar a levedura de forma mais eficiente.

Gonçalves e Carneiro (2003) verificaram o coeficiente de digestibilidade aparente de vários ingredientes de origem animal e vegetal para juvenis de pintado. A farinha de peixe, ingrediente mais utilizado na alimentação destes, resultou num coeficiente de digestibilidade aparente de 84,14%, tendo 45,38% de proteína digestível. Quando comparado com a levedura (L) e parede celular (PC) apesar dos coeficientes de digestibilidade destes estarem acima de 70% verifica-se uma baixa digestibilidade da proteína (próxima a 20%). Desta forma, pode-se afirmar que estes ingredientes não podem substituir totalmente a farinha de peixe na alimentação de juvenis de pintado. Quando verifica-se a digestibilidade dos ingredientes vegetais, a levedura e a parede celular possuem coeficientes de digestibilidade muitas vezes superiores, como é o caso do farelo de soja, com 67,10% de CDA e 30,86% PD.

Apesar do menor coeficiente de PD, os dados para CDA são superiores; o mesmo é observado para o milho com 64,18% CDA e apenas 5,86%PD. Alguns ingredientes se aproximam dos resultados do autolisado (A) como a soja crua com 26,84% CDA e 10,62% PD, e a farinha de sangue que apesar de ser um ingrediente de origem animal, apresenta baixíssima digestibilidade para o pintado (10,47% CDA e 7,69% PD).

Praticamente são inexistentes na literatura estudos que discorram sobre a digestibilidade da parede celular para peixes. No presente estudo, foi obtido um coeficiente de digestibilidade aparente de 77,45%, superior ao da levedura íntegra e da levedura autolisada, indicando a viabilidade da utilização da parede celular como fonte de nutrientes para pintados em sua fase inicial de desenvolvimento.

É possível notar que não existem diferenças significativas na digestibilidade quando se oferece ao animal a levedura íntegra ou somente a parede da célula, inferindo-se que poucas células podem ser rompidas durante o processo digestivo dos juvenis desta espécie. Quanto ao autolisado é possível verificar que a exposição dos ácidos nucléicos promove piora da digestibilidade da proteína; assim, além destes não serem metabolizados, ainda prejudicam a metabolização de outras fontes de nitrogênio. Este resultado com juvenis de pintado foi surpreendente, pois esperava-se que o autolisado, por não apresentar a parede celular íntegra, teria suas proteínas intracelulares mais facilmente digeridas.

5 Conclusões

A partir dos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que a levedura e seus derivados podem ser utilizados na alimentação de pintados, em níveis de até 5% como pró-nutrientes, promovendo melhor desempenho e sobrevivência, sem causar prejuízo ao metabolismo dos animais. Como fonte protéica, são indicadas para o *Pseudoplatystoma coruscans*, apenas a levedura íntegra e a parede celular.

REFERÊNCIAS

- APPELBAUN, S. The suitability of alkan-yeast (hydrocarbon grown) as a first nutrient for *Coregonus albula* fry. In: Halver, J.E., Tews, K. **Finfish Nutrition and Fishfeed and Technology**. 1 ed. Berlin: Heeneman Verlag, p. 514-524, 1979.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – A.O.A.C. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists**. 12. ed. Washington: AOAC, 1990.
- BACCARIN, A.E.; PEZZATO, L.E. Efeito da utilização da levedura desidratada de álcool em dietas para tilápia-do-Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 549-56, 2001.
- BENASSI, V.T.; CAMARGO, C. R.O.; CIACCO, C.F. Caracterização química e redução do conteúdo de ácidos nucléicos das células de levedura (*Saccharomyces* spp.) provenientes da produção de álcool de cana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 249-60, 1990.
- BURKERT, D.; SIROL, R.; ANDRADE, D.R.; SALARO, A.; RASGUIDO, E.A. Cultivo de surubim (*Pseudoplatystoma* sp) em tanques-rede com três rações comerciais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SIMBRAQ, 2000. (cd-rom).
- CABALLERO-CÓRDOBA, G.M.; SGARBIERI, V.C. Nutritional and toxicological evaluation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) biomass and a yeast protein concentrate. **Journal of the Science Food Agriculture**, Londres, v.4, n. 80, p. 341-351, 2000.
- CAMPOS, J.L. The culture of pintado, *Pseudoplatystoma* spp. (Pimelodidae). In: WORLD AQUACULTURE, 2003, Salvador. **Anais...** Salvador: WAS, 2003. p.150.
- CARRATORE, C. **Desempenho produtivo, digestibilidade e metabolismo energético de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) alimentados com níveis crescentes de amido**. 2001. 60 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2001.
- CARVALHO, M.; MACEDO-VIEGAS, E.M.; RIBEIRO, M.A. Utilização de células íntegras de levedura e seus derivados em dietas de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SIMBRAQ, 2002. p. 142.
- CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.; HUIGE, N.J. Apparent digestibility coefficients of nutrients in brewer's and rendered animal by-products for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). **Aquaculture Research**, Oxford, v.35, n.1, p.1-9, 2004.
- CHO, C.Y. Fish nutrition, feed, feeds and feeding: With special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Reviews International**, New York, v. 6, n.6, p.333-357, 1990.

CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. **Finfish nutrition in Ásia: methodological approaches to research and development**. Ottawa: IDRC, 1995.

CLIFFORD, A.J.; STORY, D.L. Levels of purines in foods and their metabolic effects in rats. **Journal Nutrition**. Philadelphia, v. 106, p.435-442, 1976.

COLDEBELLA, I.J.; RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de Jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 499-503, 2002.

DABROWSKI, K. et al. Effect of *Geotrichum candidum* protein substitution in pelleted fish feed on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) and on utilization of the diet. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 21, n.3, p.213-232. 1980.

DAVIES, S.; WAREHAM, H. A preliminary evaluation of industrial single cell protein in practical diets for tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.73, n.1-4, p.189-199. 1988.

DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. 5.ed. Londres: Editora Chapman & Hall. 1995.

DOUGLAS, E.D. **Tratado de Fisiologia Aplicada à Saúde Pública**. 5^a ed., São Paulo: Robe Editorial. 2002.

FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin Japanese Society for Scientia Fisheries**, Minato, v. 32, n. 6, p. 502-506, 1966.

FURUYA, W.M. et al. Níveis de levedura desidratada "spray dried" na dieta de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 699-704, 2000.

GONÇALVES, E.G. **Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e da energia dos alimentos e exigência de proteína digestível em dietas para o crescimento do pintado, *Pseudoplatystoma coruscans***. 2002. 51 p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2002.

GUERRERO, C. et al. **Alimentación en Acuicultura**. Madrid: Editora España S.L. 1987.

HAEF, D.J. DAVIES, J.I. Effects of RNA supplementation of rat diets on the composition of body fluids. **Brasilian Journal Nutrition**, Cambridge, v.36, p.361-402. 1976.

HERTZ, Y. Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio*): the effects of cobalt and chromium. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 76, n.3-4, p.255-267. 1989.

HIGUERA, M. et al. Nitrogen utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed on the yeast *Hansenula anomala*. **Comparative Biochemistry Physiology**, New York, v. 69A, n.3, p. 583-585, 1981.

HISANO, H. et al. Digestibilidade aparente de rações contendo zinco e levedura desidratada de álcool para tilápia do Nilo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SIMBRAQ, 2002. p. 97.

HSU, W.C. Protein from sugar on Taiwan. **Sugar Azucar**, Engliword, v.56, n.7, p.33-36, 1961.

ICC. INDUSTRIAL COMÉRCIO EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO LTDA. [S.l.:s.n.], 2002. Folhetos promocionais.

JENEY, G. et al. Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diet containing different doses of glucan. **Aquaculture**, Amsterdam, n. 154, v.1, p. 1-15, 1997.

KOLLAR, R.; STURDIK, E.; SAJBIDOR, J. Complete fractionation of *Saccharomyces cerevisiae* biomass. **Food Biotechnology**, New York, v. 6, n. 3, p. 225-37, 1992.

KUBITZA, F. Produção intensivo de surubins no Projeto Pacu Ltda. e Agropeixe Ltda. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p. 393-407.

LAINING, A. et al. Apparent digestibility of selected feed ingredients for humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.1-4, n. 218, p. 529-538, 2003.

LARA-FLORES, M. et al. Use of the *streptococcus faecium* and *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.1-4, n.216, p.193-201, 2003.

LEE, S.M. Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for juvenile and grower rockfish (*Sebastes schlegelii*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.207, n.1-2, p.79-95, 2002.

LEONARDO, A.F.G. et al. Diferentes tipos de alimentação natural na fase inicial do pintado *Pseudoplatystoma coruscans*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 1, 2004, Vitória. **Anais...** Vitória: AQUIMERCO, 2004, p.214.

LI, P.; GATLIN III, D. M. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.1-4, n.219, p.681-92, 2003a.

_____. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic[™] AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone*

chrysops x M. saxatilis) to *Streptococcus iniae*. **Aquaculture**, Amsterdam, n.231, v. 1-4, p.445-56, 2003b.

LOESECKE, H.M. Controversal aspects: yeast in human nutrition. **Journal the American Dietetic Association**, Chicago, v.22, p. 485-493, 1946.

LOVELL, RT. **Nutrition and Feeding of Fish**. Massachussetts: Kluwer Academic Publishers, 2.ed. 267p. 1998.

LUNDSTEDT, L. M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma coruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v.137B, n.3, p. 331-39, 2004.

MACHADO, J.H.; CARRATORE, C.R. **Manejo alimentar em piscicultura: Desempenho produtivo de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) arraçoados com diferentes níveis de proteína e energia**. In: MANEJO ALIMENTAR EM AQUICULTURA, Marília: Editora Unimar; São Paulo: Arte e Ciência,1999.
MACHADO, J.H. et al. Treinamento alimentar para aceitação de rações artificiais em alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10, 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. v.2, p. 101-6.

MAHNKEN, C.V.W.; SPINELLI, J.; WAKNITZ, W. Evaluation of alkane yeast (*Candida* sp.) as a substitute for fish meal in Oregon moist pellet: feeding trials with Coho Salmon (*Orcorhynchus kitsch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.1, n. 20, p. 41-56, 1980.

MANNERS, D.J. et al. The structure of a β -(1-6)-D-glucan from yeast cell walls. **The Journal Biochemistry**, Tokyo, n.135, p.31-36, 1973.

MARTIN, A.M.; GODDARD, S. BEMISTER, P. Production of *Candida utilis* as aquaculture feed. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.61, p.363-370. 1993.

MARTIN, JR., D.W. **Metabolismo de nucleotídeos purínicos e pirimidínicos**. In: Harper, H.A.; Rodwell, V.W.; Meyes, R.A. **Manual de Química Fisiológica**. 5.ed. São Paulo: Atheneu, 1982. p.458-478.

MARTINO, R. C.; CYRINO, J.E. P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.1-4, n. 209, p.209-218, 2002a.

_____. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. **Aquaculture**, Amsterdam, v.1-4, n. 209, p. 233-246, 2002b.

MEDRI, V.; PEREIRA, G.V.; LEONHARDT, J.H. Growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with different levels of alcohol yeast. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 1, p. 113-121, 2000.

MILLWARD, D.J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. **Aquaculture**, Amsterdam, v.79, n. 1-4, p. 1-28. 1989.

MIYADA, V.S. **A levedura seca na alimentação de suínos: estudos adicionais sobre o seu valor protéico e vitamínico**. 1987. 159p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MOLINA, M.R.; GARRO, O.A.; JUDIS, M.A. Calidad alimenticia y estabilidad oxidativa de *Pseudoplatystoma coruscans*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v.3, n.2, p.89-95. 1987.

MURAT, J.C. Endocrine control of nutrition in cyclostomes and fish. **Comparative Biochemistry Physiology**, Oxford, v.68A, p. 149-158, 1981.

MUZINIC, L.A. et al. Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and brewer's grains with yeast in practical diets for Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.230, n.1-4, p.356-376, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Fishes**. 6.ed. National Academy of Sciences. Washington, DC. 1993.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SIMPOSIUM ON FINFISH NUTRITION AND FISH FEED TECHNOLOGY, 1966, Belgrade. **Anais...** Belgrade. EIFAC/FAO, 1966, p.15

OLIVA-TELES, A.; GONÇALVES, P. Partial replacement of fishmeal by brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in diets for sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Aquaculture**, Amsterdam, n.202, p.269-278, 2001.

OLIVA-TELES, A., GUEDES, M.J.; KAUSHIK, S.J. The effect of nucleic acid on growth, ureagenesis and nitrogen excretion of gilthead sea bream *Spaurus aurata* juveniles In: WORLD AQUACULTURE, 2003, Salvador. **Anais...** Salvador: WAS, 2003, 533p.

OLVERA-NOVOA, M.A.; MARTÍNEZ-PALACIOS, C.A.; OLIVERA-CASTILO, L. Utilization of torula yeast (*Candida utilis*) as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters) fry. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, n.8, v.4, p.257-264, 2002.

PADUA, D.M.C. **Utilização da levedura alcoólica (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Pisces, Teleostei): Aspectos metabólicos e de desempenho produtivo**. 1996. 120 p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1996.

PÁDUA, E. A.; OLIVEIRA, A.C.; SGARBIERI, V.C. Importância da parede celular de levedura (*Saccharomyces* sp.) como fonte de fibra na alimentação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 233-239, 2000.

- PEREIRA-DA-SILVA, E.M.; PEZZATO, L.E. Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Brasília n. 5, v.29, p. 1-11, 2000.
- PERES, H.; OLIVA-TELES, A. The effect of dietary ribonucleic acid incorporation in performance of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Aquaculture**, Amsterdam, v.1-4, n. 215, p. 245-253, 2003.
- PEZZATO, L.E. et al. Nutrição de peixes. In: Cyrino, J.E.P., et al. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. 1 ed. São Paulo: TecArt, p.75-169, 2004.
- PIAIA, R.; NETO RADÜNZ, J. Avaliação de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho inicial de larvas do jundiá *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.2, p. 319-323, 1997.
- PIAIA, R.; NETO RADÜNZ, J. Efeito de níveis crescentes de levedura de álcool em rações contendo fígado bovino sobre a performance de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) performance. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.2, p. 313-17, 1997.
- ROSE, A.H.; HARRISON J.N. The yeast. London: Academic Press. 1970. v.3.
- RUMSEY, G.L. et al. Effect of high dietary concentrations of brewer's dried yeast on growth performance and liver uricase in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.33, n.3-4, p.177-83, 1991a.
- RUMSEY, G.L.; HUGHES, S.G.; SMITH, R.R.; KINSELLA, J.E.; SHETTY, K.J. Digestibility and energy values of intact, disrupted and extracts from brewer's dried yeast fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.33, n.3-4, p.185-93, 1991b.
- RUMSEY, G.L.; WINFREE, R.A.; HUGHES, S.G. Nutritional value of dietary nucleic acids and purine bases to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, n.108, p. 97-110, 1992.
- SÁNCHEZ-MUNIZ, F.J., HIGUERA, M.; VARELA, G. Alterations of erythrocytes of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) by the use *Hansenula anomala* yeast as sole protein source. **Comparative Biochemistry Physiology**, Oxford, v.72A, n.4, p.693-96, 1981.
- SANDERSON, G.W. JOLLY, S.O. The value of *Phaffia* yeast as a feed ingredient for salmonid fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 1-4, n.124, p. 193-200, 1994.
- SCARINCI, H.E.; UMANSKY, G. MENDOZA, M.S.C. Estudio de la composición química de biomásas celulares de levaduras. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, n.4, v.40, p.554-602, 1990.
- SCHULZ, E.; OSLAGE, H.J. composition and nutritive value of single-cell protein (SCP). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.1, n.1, p.9-24, 1976.

SCHMIDT, G. Bubbling over with yeast. Food, Flavouring, Ingredients. **Packging and Processing**. London, v.9, n.5, p.25-37, 1987.

SCORVO-FILHO, J.D. et al. Desempenho do pintado, *Pseudoplatystoma*, criado em tanques-rede em viveiros escavados In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 1, 2004, Vitória. **Anais...** Vitória: AQUIMERCO, 2004, 145p.

SEIXAS FILHO, J.T.S. et al. Anatomia funcional e morfometria do intestino no Teleostei (Pisces) de água doce surubim (*Pseudoplatystoma coruscans* – Agassiz, 1829). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p. 1670-1680, 2001.

SHCHERBINA, M.A.; KASKAUSKENE, O.P. Water temperature and digestibility of nutrient substances for carp. **Hidrobiology Journal**. v.7, n.3, p.40-44, 1987.

SHIPTON, T.A.; BRITZ, P.J. Evaluation of an *in vitro* digestibility technique for the prediction of protein digestibility in the South African abalone, *Haliotis midae* L. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.1, n.8, p. 15-21, 2002.

SGARBIERI, V.C. et al. Produção piloto de derivados de levedura (*Saccharomyces* sp.) para uso como ingrediente na formulação de alimentos. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 2, n. 1-2, p. 119-25, 1999.

SOUZA, R.R.P.; MATTOS, W.R.S. Digestibilidade aparente da proteína em dietas para híbrido do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA, 26. 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1989, p. 231.

SOUZA, S.N.; MENIN, E.; FONSECA, C.C. Avaliação da estrutura do pâncreas de alevinos de surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*, e sua relação com a capacidade para digerir o alimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SIMBRAQ, 2000. (cd-rom)a.

_____. Caracterização histológica do fígado de surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* e sua potencialidade para auxiliar nos processos digestivos de lipídios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SIMBRAQ, 2000. (cd-rom)b.

STEFFENS, W.; ALBRECHT, M.L. Erniedrigung des anfiels von tierischem protein im futter fur regenbogenforellen (*Salmo gaudneri*). **Archivos of Animal Nutrition**, Montreux, v.27, p. 161-69, 1977.

TACON, A.G.T.; COOKE, D.J. The nutrition value of dietary nucleic acids to trout. **Nutrition Rep. Int. Stonehan**. v.22, n.5, p.631-640. 1980.

TAKAHASHI, L.S.; CYRINO, J.E.P. Avaliação de diferentes níveis de carboidratos da dieta, no desempenho de alevinos de pintado *Pseudoplatystoma coruscans*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SIMBRAQ, 2002. p. 1-3.

TOVAR-RAMÍREZ, D. et al. Efecto de la administración de levaduras em el proceso de maduración Del tracto digestivo de peces. In: AVANCES EN NUTRICIÓN ACUÍCOLA V. MEMORIAS DEL V SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 2000, Mérida. **Anais...** Mérida: SINA, 2000. p. 33-46.

VALLE, J.B. et al. Levedura desidratada de álcool como pró-nutriente para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SIMBRAQ, 2002. p. 125.

VERLHAC, V. et al. Immunomodulation by dietary vitamin C and glucan in rainbow trout (*Orcorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.2, n.143, p. 123-33, 1996.

VILELA, E. S. **Obtenção e caracterização de derivados da biomassa de levedura (*Saccharomyces* sp.) propriedades nutritivas e funcionais.** 2000. 141 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP. 2000.

VILELA, E. S.D.; SGARBIERI, V.C.; ALVIM, I.D. Determinação do valor protéico de células íntegras, autolisado total e extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 185-192, 2000a.

_____. Valor nutritivo da biomassa de células íntegras, do autolisado e do extrato de levedura originária de cervejaria. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 127-134, 2000b.

WATANABE, M.; RIBEIRO, M.A.R.; ANTUNES, S.A. Substituição da farinha de peixe por resíduo de cervejaria na ração para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanque-rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SIMBRAQ, 2002. p. 134. 2002.