RELAÇÃO ENERGIA:PROTEÍNA NA NUTRIÇÃO DO TUCUNARÉ (*Cichla* sp)

ANA MARIA BARRETTO DE MENEZES SAMPAIO

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. **José Eurico Possebon Cyrino**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal e Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Dezembro – 1998

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Sampaio, Ana Maria Barretto de Menezes

Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré (*Cichla* sp) / Ana Maria Barretto de Menezes Sampaio. - - Piracicaba, 1998.

49 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998.
Bibliografia.

1. Composição corporal 2. Exigência nutricional 3. Peixe de água doce 4. Pesca esportiva 5. Proteína animal 6. Taxa de eficiência proteica 7. Tucunaré 8. Valor nutritivo I. Título

CDD 639.31

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais

Bernardete e Wilson

e ao meu grande amigo

Raphael

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino, pela orientação, amizade, confiança e oportunidade de realização deste trabalho.

Ao amigo Fernando Kubitza, pela grande amizade, contribuição e apoio decisivo durante o planejamento e condução deste estudo.

Ao Prof. Dr. Irineu Umberto Packer, pelo auxílio na análise estatística.

Aos Professores do Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP, Profs. Drs. José Fernando Machado Menten, Valdomiro Shigueru Miyada e Luciano Martins Verdade, pelas sugestões e pela amizade.

À amiga Mônica Accaui Marcondes de Moura, pelo companheirismo e ajuda na condução do experimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela outorga da Bolsa de Estudos e pela concessão dos recursos financeiros ao projeto científico que originou este trabalho.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura do LZT-ESALQ, Ismael Baldessin Júnior e Sérgio Pena, pela ajuda na montagem da estrutura e na condução dos experimentos.

Um agradecimento sincero a todas as demais pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas	v
Lista de Figuras	vi
Resumo	vii
Summary	ix
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	4
2.1. Exigências Nutricionais	4
2.1.1. Energia	4
2.1.2. Proteína	6
2.1.3. Lipídios	9
2.1.4. Carboidratos	10
2.2. Relação Energia:Proteína e Qualidade da Carcaça	11
3. Material e Métodos	17
4. Resultados e Discussão	22
6. Conclusões	35
Referências Bibliográficas	36
Apêndice	42

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Análise bromatológica dos ingredientes. Valores expressos em 100% da matéria original	19
2. Composição das rações. Valores expressos em 100% da matéria original.....	19
3. Médias dos índices de desempenho e composição corporal dos alevinos de tucunaré medidos durante o período experimental.....	23

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Efeito da relação energia:proteína no consumo de ração de alevinos de tucunaré	24
2. Efeito da relação energia:proteína no ganho de peso de alevinos de tucunaré	26
3. Efeito da relação energia:proteína no peso final de alevinos de tucunaré	26
4. Efeito da relação energia:proteína conversão alimentar de alevinos de tucunaré	29
5. Efeito da relação energia:proteína na composição da carcaça de alevinos de tucunaré.....	30
6. Variação dos valores de REB% e VPP% em função da variação das relações energia:proteína nas dietas	31
7. Variação dos valores de TEP em função da variação das relações energia:proteína nas dietas.....	34

RELAÇÃO ENERGIA:PROTEÍNA NA NUTRIÇÃO DO TUCUNARÉ (*Cichla* sp)

Autora: Ana Maria Barretto de Menezes Sampaio

Orientador: Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da relação energia:proteína no desempenho e composição corporal do tucunaré. Para tanto, 196 alevinos de tucunarés (*Cichla* sp), com peso médio de 10 g, condicionados a aceitar alimentos secos, foram estocados em gaiolas de tela de volume igual a 25 L, alojadas em 16 caixas de cimento amianto com volume igual a 500 L, instaladas em uma estufa e abastecidas por um sistema fechado de recirculação de água. A temperatura média da água foi mantida em 27,7°C através do uso de termostatos e aquecedores de 300 watts. Os peixes foram alimentados *ad libitum* com ração seca em duas refeições diárias, por um período de 65 dias com quatro rações isoenergéticas (3.500 kcal de ED/kg de ração), com níveis de proteína bruta de 41%, 37%, 33% e 30% de forma a obter uma relação ED:PB de 8, 9, 10 e 11 kcal de energia digestível/g de proteína bruta, estabelecendo-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições. No início do experimento um lote de peixes foi sacrificado para determinação dos teores corporais de proteína, gordura, água e matéria mineral. No final do período experimental, foram sacrificados lotes de peixes de cada tratamento para nova análise de composição corporal. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se do software SAS, e aplicando-se regressão polinomial para avaliar o efeito das relações ED:PB nas variáveis analisadas ao nível de 5% de probabilidade. Os valores médios obtidos para as variáveis analisadas dos animais submetidos aos 4 tratamentos (8, 9, 10, 11 kcal de ED/g de PB) foram respectivamente: (a) consumo de ração: 295,28^a, 243,93^b, 241,36^b, 225,96^b g; (b) conversão alimentar: 1,20^b, 1,22^b, 1,35^{ab}, 1,52^a; (c) ganho de peso diário por peixe: 0,31^a, 0,26^b, 0,23^{bc}, 0,19^c g; (d) peso final individual: 30,59^a, 27,16^{ab}, 24,96^{bc}, 22,35^c g;

(e) valor produtivo da proteína (VPP%): 33,14; 31,33; 29,08; 23,21%; (f) taxa de eficiência protéica (TEP): 2,0; 2,21; 2,21; 2,18; (g) retenção de energia bruta (REB%): 27,01; 28,62; 30,38; 24,22. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos com 8 e 9 de ED:PB para as variáveis conversão alimentar e peso final, embora tenham sido observadas diferenças significativas entre as variáveis ganho de peso diário por peixe e consumo de ração. Em função da pequena quantidade de material biológico disponível, os dados de VPP%, TEP e REB% foram submetidos apenas a uma análise gráfica verificando-se uma tendência decrescente para VPP%, e crescente para REB%. Os resultados permitem inferir que a exigência nutricional do tucunaré pode ser suprida por uma ração contendo entre 8 e 9 kcal de ED/g de PB, ou seja, 37 a 41% de PB e 3.500 kcal/kg de alimento.

ENERGY:PROTEIN RATIO IN THE NUTRITION OF PEACOCK BASS (*Cichla* sp)

Author: Ana Maria Barretto De Menezes Sampaio

Adviser: Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino

SUMMARY

To evaluate the effect of energy to protein ratio in the performance and body composition of peacock bass (*Cichla* sp), 196 fingerlings of the species weaned to accept dry feed, with an average body weight of 10 g, were housed in 25 L cages, placed in 16, 500L-cement boxes, under a water reuse system inside a greenhouse. Water temperature was kept at 27,7°C through 300-W heaters. Fish were fed *ad libitum* with a dry diet twice a day for 65 days with four iso-caloric rations (3.500 kcal DE/kg), with increasing levels of crude protein – 41%, 37%, 33% e 30%, establishing DE:CP ratios of 8, 9, 10 e 11 kcal DE/g CP, in a totally randomized design (n = 4). Before starting the experimental period, a group of fish was slaughtered and carcass contents of protein, fat, water and ash were determined. At the end of the experimental period, groups of fish from each treatment were slaughtered for comparative carcass composition analysis. The results were submitted to ANOVA by the use of SAS statistical package, using general linear model analysis at 5% probability level. The average values of the evaluated parameters were, respectively: (a) feed intake: 295,28^a; 243,93^b; 241,36^b; 225,96^b g; (b) feed conversion: 1,2^b; 1,22^b; 1,35^{ab}; 1,52^a; (c) daily weight gain: 0,31^a; 0,26^b; 0,23^{bc}; 0,19^c g; (d) final weight: 30,59^a; 27,16^{ab}; 24,96^{bc}; 22,35^c g; (e) protein productive value (PPV%): 33,14; 31,33; 29,08; 23,21; (f) protein efficiency ratio (PER): 2,0; 2,21; 2,21; 2,18; (g); gross energy retention (GER%): 27,01; 28,62; 30,38; 24,22. No statistical differences were observed between treatments with 8 and 9 DE:CP ratio in regard to the feed conversion and final weight. Daily weight gain and feed intake values were statistically different. Because of reduced sample size, data on PPV%, PER and GER%, were only submitted to graphical comparisons, which revealed a decreasing tendency for

PPV%, and increasing tendency for GER% as DE:CP ratio increased. Results allow to infer that nutritional requirements of peacock bass can be met by diets containing between 8 and 9 kcal DE/g CP, or 37 to 41% CP and 3.500 kcal DE/kg of diet.

1. INTRODUÇÃO

O tucunaré é uma espécie de peixe pertencente ao gênero *Cichla* sp. (Teleostei, Actinopterygii, Cichlidae), incluída entre as espécies nativas de grande importância para a pesca esportiva. Originário da Bacia Amazônica, é uma espécie de hábito alimentar carnívoro e tem demonstrado considerável eficiência no controle de peixes invasores em represas. Estas características, aliadas à excelência da qualidade da sua carne, tornam o tucunaré potencialmente utilizável em piscicultura intensiva (Silva et al., 1980; Fontenele, 1948).

Entretanto, a criação intensiva da espécie é considerada muito difícil, uma vez que está sujeita aos entraves comuns à criação de espécies carnívoras: uso de estratégias inadequadas de preparo e monitoramento dos tanques de larvicultura, o acentuado canibalismo e a inabilidade em aceitar de imediato rações convencionais, e a baixa disponibilidade de rações comerciais de qualidade, nutricionalmente completas e bem balanceadas, que supram as exigências nutricionais destas espécies. Assim, faz-se necessário o aprimoramento de técnicas que diminuam o canibalismo durante as fases iniciais de desenvolvimento do tucunaré, bem como aumentem a aceitação de dietas compostas, viabilizando sua criação em regime intensivo e sua inclusão no plantel de peixes nacionais com potencial de cultivo.

Há vários exemplos de peixes, originalmente carnívoros, que se adaptaram às condições de criação intensiva usando rações comerciais, como por exemplo, o “yellowtail” *Seriola quinqueradiata* no Japão; o “turbot” *Scophthalmus maximus* e o “seabass” *Dicentrarchus labrax* na Europa; a truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss*, o salmão do Atlântico *Salmo salar* e outros salmonídeos criados intensivamente em vários países, e o bagre do canal *Ictalurus punctatus* que, produzido com uma dieta composta basicamente por grãos, é hoje a principal espécie da aquicultura no sudeste dos Estados Unidos. Trabalhos envolvendo o condicionamento alimentar de espécies carnívoras, como os surubins (*Pseudoplatystoma* sp.), o “black bass” (*Micropterus salmoides*) e até mesmo os tucunarés, vêm sendo realizados com relativo sucesso. Um próximo passo seria a determinação das exigências nutricionais destas espécies, principalmente os teores de proteína e energia das rações, cujo conhecimento vai impulsionar a formulação de rações comerciais para estas espécies.

Satisfazer as necessidades crescentes da humanidade em nutrientes de alta qualidade e remediar os estados de carência nutricional do homem, exige um esforço integrado dos vários segmentos integrantes da produção animal e vegetal. Originalmente a piscicultura era baseada na exploração das cadeias alimentares nos ecossistemas aquaculturais e no fornecimento de suplementos alimentares na forma de subprodutos de origem animal ou vegetal aos peixes. Com a progressiva intensificação dos regimes de cultivo, a proporção de alimento natural fornecida em relação ao total de alimento ingerido foi se tornando insignificante. Hoje a aquicultura mundial depende quase que exclusivamente de alimentos nutricionalmente completos, os quais devem satisfazer todas as exigências nutricionais dos peixes.

Em piscicultura intensiva os gastos com alimentos compreendem 50 a 70 % dos custos de produção. Uma redução nestes custos poderia ser alcançada com a formulação de rações nutricionalmente adequadas, utilização de ingredientes de alta qualidade, uso de técnicas eficazes de processamento das rações e aplicação de estratégias eficazes de alimentação. O uso deste conjunto de práticas de manejo da produção e alimentação aumentaria a digestibilidade, estabilidade na água e eficiência dos alimentos utilizados, com consequente redução no impacto poluente destes

alimentos, no custo de produção e no ciclo de criação, e aumento na produtividade e economicidade das criações.

No nosso país, as grandes diferenças regionais determinam a prática de uma piscicultura altamente diferenciada, não somente a nível de espécies exploradas, como também em relação aos diferentes sistemas de manejo que geralmente foram implantados como decorrência, em sua maior parte, de adaptações de tecnologias geradas no exterior. Por isso, o conhecimento da nutrição das espécies se torna essencial ao estabelecimento da piscicultura comercial no país, permitindo obter o melhor rendimento de cada espécie em criação.

Existe uma quantidade apreciável de resultados de pesquisas criteriosas feitas sobre exigências nutricionais das espécies de peixes nacionais. Falhas no sistema de divulgação destes estudos condicionam uma extrapolação de dados por parte dos fabricantes de rações, principalmente no que diz respeito à manufatura de alimentos para atividades de terminação de peixes.

Em geral, a indústria da alimentação animal utiliza dados referentes à nutrição de espécies de clima temperado, não compatíveis com as espécies brasileiras, o que não permite a formulação de dietas nutricionalmente completas para as espécies utilizadas pelos piscicultores brasileiros. Com base no exposto, foi desenvolvido o presente estudo com o tucunaré (*Cichla* sp), com o objetivo de avaliar o efeito da relação energia:proteína no desempenho e composição corporal da espécie, visando subsidiar o preparo de rações comerciais para peixes carnívoros tropicais, que viabilizem sua utilização em criações em regime intensivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Exigências Nutricionais dos Peixes

2.1.1. Energia

Para que os animais realizem todas suas reações bioquímicas, para a formação de novos tecidos, manutenção do balanço osmótico, movimentação das moléculas e muitas outras reações que necessitam de energia e que tornam a vida possível, bem como para realização de trabalho ou atividade muscular, é necessário que tenham um suprimento de energia constante. Esta energia pode vir da oxidação de componentes orgânicos após ingestão e absorção do alimento ingerido, ou das reservas corporais de proteínas, gorduras e glicogênio (Kaushik & Medale, 1994; Smith, 1989).

Os peixes necessitam de uma maior proporção de proteína na ração do que os animais de sangue quente, porém a quantidade de proteína exigida por unidade de ganho de peso é menor. Segundo Smith (1989), a truta arco-íris e o bagre do canal necessitam de 525 e 480 g de proteína/kg de ganho de peso respectivamente, contra 640 e 800 g de proteína/kg de ganho de peso exigidos pelos suínos e gado de corte, respectivamente. O que parece ser uma alta exigência em proteína é realmente uma baixa exigência em energia. Existem vários fatores que contribuem para esta alta eficiência energética (Smith, 1989; Lovell 1984a). Segundo Lovell (1984a), a relação energia:proteína exigida

pelos peixes é menor que aquela exigida por animais de sangue quente porque os peixes não têm que manter a temperatura corporal constante, dispendendo menos energia para a atividade muscular e para manter a posição na água do que os animais terrestres, bem como gastam menos energia que os animais homeotérmicos para excretar os produtos nitrogenados. Isto possibilita aos peixes a utilização de proteína dietética como fonte de energia. Deste modo, rações balanceadas para peixes contêm de 30 a 35% de proteína, ao passo que rações de frangos e suínos, por exemplo, contêm 18 a 23%, ou 14 a 16% de proteína, respectivamente (Lovell, 1984a; Lovell, 1988; Lovell, 1991).

Segundo Lovell (1984b) a quantidade ótima de energia metabolizável por grama de proteína em rações de peixes varia entre 6 e 8 kcal. Ainda segundo Lovell (1991), vários autores encontraram que a relação ótima de energia digestível : proteína (ED:PB) para bagre do canal em crescimento é 9,6 kcal/g, sendo que este valor aumenta com o tamanho do peixe. Uma dieta deficiente em energia em relação à proteína promoverá o uso da proteína como energia para manutenção e não para crescimento. Em contraste, uma dieta contendo excesso de energia pode reduzir consumo de alimento e deste modo, diminuir a ingestão de proteína e outros nutrientes essenciais necessários para máximo crescimento. Um excesso de energia dietética em relação a outros nutrientes pode levar a grandes acúmulos de gordura corporal, indesejáveis em peixes de mesa (Bromley, 1980; NRC, 1993; Winfree & Stickney, 1981).

Gatlin et al. (1986) estimaram a exigência de energia para crescimento e manutenção do bagre do canal. Suas estimativas foram baseadas em ganho de peso e composição corporal, em estudos nos quais alevinos de bagre do canal foram alimentados com dietas purificadas em várias taxas. As exigências de energia para crescimento e manutenção foram estimadas em 17,3 e 15,0 kcal/kg de peso do corpo/dia.

As necessidades em energia digestível para máximo ganho de peso foram determinadas para várias espécies, como por exemplo, para o bagre do canal (600g) em 3.000; para o "red drum" (43g) em 3.200; para a tilápia do Nilo (50g) em 2.900; para carpa comum (20g) em 2.900 e para truta arco-íris (90g) em 3.600 kcal/kg (Daniels & Robinson, 1986; Garling & Wilson, 1976; Li & Lovell, 1992 a,b; NRC, 1993). Segundo

os autores, estas variações são ocasionadas pelos diferentes hábitos alimentares destes peixes.

Brett et al. (1979) e Shearer (1994) encontraram que, em altas temperaturas, as exigências em energia para manutenção são maiores, pois os peixes não são capazes de consumir energia suficiente para acumular lipídio no corpo. A exigência de energia para manutenção é definida pela quantidade de energia exigida para alcançar um estado de balanço de energia estável, ou seja, quando não há ganho nem perda de energia pelo animal, não há crescimento. Sob condições de jejum, a quantidade de energia exigida para sobrevivência e manutenção dos processos fisiológicos vitais é derivada somente da degradação das reservas corporais (Kaushik & Médale, 1994).

Para Brett & Groves (1979), os peixes com o mais alto nível de lipídio no corpo são aqueles alimentados à vontade em baixas temperaturas. Conforme aumenta a temperatura, a taxa metabólica padrão (mg de O₂ consumido/kg/h) aumenta, levando a um aumento proporcional da quantidade da dieta que vai ser utilizada para manutenção. O termo taxa metabólica padrão foi inicialmente aplicado para descrever as mínimas taxas teóricas (Kaushik & Médale, 1994).

2.1.2. Proteína

As proteínas são os componentes orgânicos mais abundantes nos tecidos dos peixes, totalizando aproximadamente 65 a 75% do peso seco destes animais. Os peixes consomem proteína para obter os 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 ou 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 redução no crescimento, diminuição da eficiência alimentar, imunodepressão e perda de peso em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para manter as funções vitais. Por outro lado, se é fornecido aos peixes proteína em

excesso, somente uma parte será usada para formação de tecido muscular e crescimento e o restante será convertido em energia (Millward, 1989; Wilson, 1989; Winfree & Stickney, 1981).

A exigência protéica de uma espécie e o teor de proteína de uma ração são influenciados por fatores como tamanho do peixe, função fisiológica, qualidade da proteína e fatores econômicos. Porém, não há evidência que a exigência em proteína, expressa em porcentagem da matéria seca, seja influenciada pela temperatura ambiente. Em geral, o ritmo de todas as funções fisiológicas ligadas à alimentação e ao crescimento aumentam conforme aumenta a temperatura. Entretanto, a taxa de crescimento pode aumentar mais rapidamente devido a uma melhora na conversão alimentar, associada a um aumento da quantidade de alimento ingerido por refeição (NRC, 1993). Por exemplo Page & Andrews (1973) demonstraram que, para o bagre do canal, 25% de proteína na ração é adequado para peixes de 114 - 500 g, mas um teor de 35% de proteína induz crescimento mais rápido do que 25% de proteína para peixes com 14 a 100 g.

Lovell (1989) relata que as necessidades protéicas para o bagre do canal variam entre 25 a 35% de PB dietética e que estas diferenças são devido a variações no tamanho, quantidade de alimento fornecida, quantidade de energia não protéica na dieta, qualidade da proteína, temperatura da água e quantidade de alimento natural disponível nos viveiros. Porém, Gatlin (1986) observou que em condições de laboratório a melhor taxa de crescimento para o bagre do canal era alcançada com 29% de PB, contrapondo resultados alcançados por Li & Lovell (1992b) – 24% de PB e 2,82 de taxa de eficiência protéica, Li & Lovell (1992a) – 26% de PB e 2,51 de taxa de eficiência protéica e Robinson & Li (1997), quando os peixes eram alimentados à vontade.

A exemplo do bagre do canal, as tilápias digerem bem a proteína da farinha de peixe e farinha de carne e ossos. Entretanto, a digestibilidade da proteína de grãos de cereais e farelos de sementes de oleaginosas é maior para tilápias do que para o bagre do canal, e por este motivo a exigência em proteína dietética para esta espécie é ligeiramente maior, em torno de 30% de PB (Lim, 1989).

O “bluegill híbrido”, peixe de hábito alimentar onívoro e de clima temperado (Moyle and Cech Jr., 1988), apresenta exigência de 37% de PB quando menor que 20g (Tidwell et al., 1992). Resultados de experimentos conduzidos com esta espécie por Webster et al. (1997), mostraram que dietas contendo entre 35 e 36% de PB resultaram em melhor crescimento para peixes de 20 a 50g, quando 32% da proteína da dieta era originário da farinha de peixe. Peixes alimentados com dietas com menos de 35% de PB apresentaram crescimento inferior.

Se os organismos-alimento presentes no sistema de cultivo contribuem para a quantidade de alimento ingerido diariamente, o nível de proteína na dieta pode ser menor. Um meio de economizar a proteína, é substituir o excesso por um componente rico em energia como, por exemplo, os lipídios. Entretanto, altos níveis de lipídio na dieta, produzem altos níveis de lipídio na carcaça, podendo levar, também à supressão do crescimento, devido a uma redução no consumo de alimento, reduzindo a ingestão de proteína e outros nutrientes (Cho, 1990; Lovell, 1991). Os níveis de proteína bruta em dietas para salmonídeos, por exemplo, variam de 40 a 50%. Entretanto, Cho (1990) recomenda que aminoácidos ou proteínas devam ser supridos em excesso em relação à energia digestível, ou seja, que a relação energia:proteína seja mantida entre 9 a 10 kcal de energia metabolizável/g de proteína bruta.

As proteínas não são idênticas em seus valores nutricionais. O valor nutricional de uma fonte de proteína é função da digestibilidade e da composição em aminoácidos. Existem alguns ingredientes protéicos que contêm altos níveis de proteína bruta, mas que contêm uma grande proporção de nitrogênio não-protéico. Neste caso, estes ingredientes não contribuem com aminoácidos suficientes para suprir as exigências nutricionais das espécies e simplesmente aumentam a produção de amônia e excreção de nitrogênio pelos peixes, com prejuízos à produtividade e à qualidade da água no ambiente do sistema de criação (Cho, 1990).

2.1.3. Lipídios

Os lipídios são um grupo de componentes orgânicos insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos, que representam fontes concentradas de energia, vitaminas, pigmentos, e fatores de crescimento essenciais para os peixes. Peixes em ambientes naturais, não importando a temperatura da água ou sua salinidade, têm significativa quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (20 ou mais carbonos) na carcaça, obtidos através do alimento, principalmente algas (Sargent et al., 1989).

Em geral, peixes de água doce necessitam tanto ácido linoléico (ω -6) como ácido linolênico (ω -3) na dieta. O bagre do canal, o salmão “coho” e a truta arco-íris exigem ácidos graxos do tipo ω -3: linolênico (18:3), eicosapentenoico (20:5), ou docosahexenoico (22:6). Já a tilápia do Nilo e a carpa comum necessitam iguais quantidades de ácidos graxos do tipo 18:2 e 18:3. Os ácidos graxos presentes no tecido são influenciados pela composição em ácidos graxos da gordura na ração (Lovell, 1989).

Estas diferenças se devem ao fato que os ácidos graxos essenciais são componentes dos fosfolípidios das biomembranas, que devem estar em estado fluido para bom funcionamento em várias temperaturas. A fluidez das membranas depende de um adequado balanço de ácidos graxos essenciais saturados e insaturados na composição dos fosfolípidios destas membranas. O papel dos ácidos graxos do tipo ω -3 é manter a viscosidade da membrana fosfolipídica em baixas temperaturas. Os peixes alteram a composição dos fosfolípidios das membranas em resposta às mudanças de temperatura do ambiente (NRC, 1993).

Murray et al. (1977) e Ufodike & Matty (1983) sugerem que altos níveis de lipídios nos ingredientes podem reduzir a digestibilidade das proteínas para os peixes. Porém, segundo Schwarz et al. (1988), a digestibilidade das gorduras não depende da quantidade fornecida, bem como não influencia a digestibilidade de outros nutrientes. Para Steffens (1989), a redução na digestibilidade da proteína em ingredientes com altos níveis de lipídios pode estar relacionada à formação de peróxidos (complexos protéico-lipídicos oxidados).

Verifica-se assim que a quantidade e o tipo de gordura dietética são particularmente importantes na composição corporal do pescado produzido em criação, bem como a quantidade de gordura na carcaça é primariamente determinada pelo nível de energia e pela relação energia:proteína da dieta. Desta maneira, o equilíbrio da relação energia:proteína e a manutenção de níveis adequados de lipídios em uma ração para peixes, são fatores determinantes do sucesso de uma criação.

2.1.4.Carboidratos

Talvez porque os peixes se desenvolveram em um ambiente onde carboidratos eram escassos, seus sistemas digestivo e metabólico parecem estar melhor adaptados à utilização de proteínas e lipídios como fonte de energia (Wilson, 1994). Entretanto, alguns herbívoros e onívoros de águas quentes podem digerir e metabolizar os carboidratos relativamente bem. Para salmonídeos, por exemplo, proteínas e lipídios são os principais combustíveis, enquanto carboidratos, principalmente amido de plantas, são pouco utilizados como fonte de energia (Lovell, 1989; Wilson, 1989).

Peixes de água quente, como bagre do canal, carpa e tilápia, podem utilizar melhor o amido dietético que peixes de água fria, pois a alta temperatura aumenta a digestão do amido pelo peixe, ou seja, há maior atividade da amilase no sistema digestivo destas espécies (Cho, 1990; Schwarz et al., 1988; Wilson, 1989). Em adição, Spannhof & Plantikow (1983) sugerem que a baixa atividade da amilase no fluido intestinal de espécies de águas frias ou marinhas não resulta de uma baixa taxa de secreção, mas sim da adsorção da amilase ao amido cru, o que inibe a hidrólise do amido. Estes autores também encontraram que o tempo de trânsito gastro-intestinal de uma dieta com alto teor de amido é duas vezes mais rápido que de uma dieta com alto teor de proteína, indicando que a hidrólise do amido exige um tempo reduzido. Em geral, é recomendável que dietas para peixes marinhos e peixes de água fria contenham níveis de carboidratos digestíveis inferiores a 20%, ao passo que níveis maiores podem ser usados em dietas para peixes de água doce e água quente (Wilson, 1989).

Proteínas e lipídios são fontes de energia altamente disponíveis para os peixes. Entretanto, a tilápia do Nilo e o bagre do canal, que são espécies onívoras de água quente, digerem cerca de 70% da energia bruta proveniente de amido não cozido, enquanto a truta arco-íris, um carnívoro de água fria, digere menos que 50%. O processamento de rações, aumenta a digestibilidade do amido para os peixes. O milho extrusado possui 38% mais energia digestível para o bagre do canal que o milho peletizado e o amido gelatinizado possui 75% mais energia digestível para truta arco-íris que o amido cru (NRC, 1993).

A utilização de energia por peixes carnívoros tende a ser negativamente relacionada ao conteúdo de carboidrato e positivamente relacionada ao conteúdo de lipídios e proteína na dieta. Estima-se que dietas naturais para carnívoros contenham 50% de proteína e 50% de gordura em relação ao peso seco (Sullivan & Reigh, 1995).

Trabalhando com trutas, Lee & Putnam (1973) demonstraram que o consumo de alimento pela espécie é regulado pelo conteúdo de calorias na ração e que a utilização da proteína e taxa de retenção da proteína consumida aumentam conforme aumenta os níveis de amido dietético, indicando que existe um efeito economizador da proteína pelo amido. Assim, embora as exigências de carboidratos pelos peixes ainda não tenham sido determinadas em detalhes, verifica-se que algumas espécies exibem uma reduzida taxa de crescimento quando alimentadas com dietas sem carboidratos. Deste modo, o fornecimento de níveis de carboidratos adequados em dietas para peixes assume vital importância, pois na ausência deste nutriente, outros como lipídios e proteínas serão catabolizados para suprimento de energia e síntese de outros componentes metabólicos importantes, reduzindo a taxa de ganho de peso das espécies (Wilson, 1989).

2.2. Relação Energia:Proteína e Qualidade de Carcaça

Segundo Steffens (1989) cada 1,0 grama de proteína na carcaça equivale a 5,7 kcal de energia e cada 1,0 grama de gordura a 9,5 kcal de energia. Estes valores são usados para cálculos de: retenção de energia bruta – REB%, que relaciona o ganho em energia corporal/total de energia ingerida x 100; taxa de eficiência protéica – TEP,

definida por ganho de peso/gramas de proteína consumida; e valor produtivo da proteína – VPP%, que relaciona o ganho de proteína corporal/total de proteína ingerida x 100, que são os indicativos da adequação do uso de um particular alimento no manejo alimentar e nutrição de uma espécie de peixe em criação comercial (Wilson, 1989).

A proteína é responsável pela maior parte do custo de uma ração (Robinson and Li, 1997). Se o teor de energia de uma dieta não for suficiente, ou se a proteína for de baixa qualidade, ela será deaminada no corpo para servir como fonte de energia para o metabolismo. Uma baixa relação energia:proteína pode reduzir a taxa de crescimento devido ao aumento da demanda metabólica para excreção de nitrogênio. Excesso de energia na ração pode causar deposição excessiva de gordura nos peixes, reduzir consumo de alimento (reduzindo a ingestão de proteína total) e inibir a utilização de outros nutrientes (Cho, 1990). Alguns autores afirmam que 70% das calorias em rações de trutas são originárias da proteína. Quando gordura ou carboidratos são adicionados como fonte de energia em dietas para a espécie, o conteúdo de proteína na dieta pode ser reduzido sem ocasionar redução no ganho de peso. Porém, a quantidade de proteína que pode ser substituída por carboidratos e lipídios é limitada, devido às características fisiológicas das trutas (Lee and Putnam, 1973).

Geralmente são as gorduras ou materiais lipossolúveis que afetam o sabor, a aparência, ou a qualidade de peixes armazenados congelados. Segundo Lovell (1989) as rações comerciais utilizadas em piscicultura têm muito pouca influência no sabor do pescado, mas podem ocasionar depósitos de gordura indesejáveis no filé. Ainda segundo o autor, os consumidores relacionam a carne de pescado a um produto de carne magra, com textura firme e macia e não gorduroso. Os peixes em ambiente natural são mais magros que aqueles criados em sistema intensivo, pois nas rações utilizadas em criações comerciais, as taxas de alimentação e a relação energia:proteína são mais altas que no alimento natural (8 a 10 kcal de ED/g de proteína na dieta contra 5 a 6 kcal de ED/ g de proteína na fauna aquática - insetos, larvas, crustáceos etc).

Deste modo, o que parece ser uma alta exigência dietética em proteína é, na realidade, uma baixa exigência em energia. Enquanto o valor produtivo da proteína (ganho de proteína/proteína ingerida) encontrado para bagre do canal alimentados com

dietas contendo 11,4 kcal EM/g de proteína é de aproximadamente 45%, a retenção da energia bruta é 56% (Garling & Wilson, 1976). A ótima relação energia:proteína foi determinada somente para algumas espécies de peixes. Pesquisas mais recentes indicam relações de 8 a 10 kcal de energia digestível/g de proteína bruta na dieta (ED:PB) como níveis ótimos. Tais relações para outras espécies, como aves e suínos, variam de 14 a 20 kcal de ED/g de PB (Gatlin et al., 1986; Smith, 1989).

Geralmente, peixes ficam mais gordurosos quando alimentados com dietas contendo altas relações ED:PB. Lovell (1986) testou o ganho de peso x ganho de proteína de peixes que foram alimentados *ad libitum* com cinco níveis de energia digestível (ED): 2,2 a 4,6 kcal/g e duas porcentagens de proteína bruta (PB): 27 e 37% por dez semanas. O autor verificou que o ganho de peso aumentou conforme aumentou ED na dieta em ambos os níveis de proteína. Entretanto, o ganho de proteína aumentou conforme aumentaram os níveis de ED somente no nível mais alto de proteína. Isto mostra que os peixes alimentados com baixa proteína na dieta usam a energia adicional para acúmulo de gordura ao invés de ganho de proteína.

Este mesmo autor (Lovell, 1986) observou o efeito de dietas isocalóricas (2,88 kcal ED/g) e duas porcentagens de proteína (26 e 32%) em bagre do canal, e mostrou que o ganho de peso foi quase o mesmo para os dois níveis de proteína. Entretanto os peixes alimentados com rações contendo 26% de PB, com maior relação de ED:PB (11,07), ganharam 24% mais gordura e tiveram rendimento de carcaça 3,9% menor.

Mangalik (1986) demonstrou que dietas contendo 27% de proteína e baixos níveis de energia são adequadas ao desempenho ótimo do bagre do canal, mas com altos níveis de energia, maiores níveis de proteína são necessários; Reis et al. (1989) determinaram que o bagre do canal criado em tanques exige 34% de proteína; já Li & Lovell (1992a, b) determinaram o nível de proteína para máximo ganho de peso para o bagre do canal como sendo de 26%. A diferença entre estes autores é que estes últimos alimentaram os peixes até a saciedade, enquanto os primeiros praticaram restrição alimentar. Li & Lovell (1992a) conduziram ainda um experimento com bagres do canal alimentados com 26%, 32% e 38% de proteína, fornecendo ração à vontade e/ou restringindo o fornecimento. Os autores observaram um decréscimo linear no ganho de

peso e na taxa de eficiência protéica dos peixes alimentados à vontade, conforme aumentou o nível de proteína, e um aumento linear no ganho de peso e diminuição na taxa de eficiência de proteína, conforme aumentou o nível de proteína para os peixes alimentados com restrição. Estes resultados sugerem que dietas contendo altos níveis de proteína podem reduzir o apetite de peixes alimentados à vontade devido ao efeito adverso provocado sobre qualidade da água, principalmente em relação ao aumento dos teores de amônia e nitrito na água.

Burtle (1990) cita que o crescimento e composição corporal do bagre do canal também são afetados pela relação ED:PB na dieta, que deve variar com o tamanho do peixe. Quando dietas comerciais com baixa relação energia:proteína são fornecidas ao bagre do canal, o resultado é um peixe mais magro, e a taxa de crescimento reduzida. Desta maneira, dietas contendo níveis de proteína de 24 a 26% de PB e níveis de energia entre 2.700 a 2.800 kcal (ED:PB de 11,2 a 11,6 kcal/g) seriam recomendadas para o bagre do canal na fase de crescimento (Burtle, 1990). Esta afirmação é corroborada por Robinson & Li (1997), que relatam que a quantidade de gordura no filé obtido da espécie não aumenta significativamente quando a relação ED:PB é mantida em 10 a 11 kcal/g. O mesmo fenômeno foi demonstrado em relação ao bagre africano, *Clarias gariepinus* (Wedekind, 1995).

Rojas & Verdegem (1994) estudaram os efeitos de diferentes relações energia:proteína no crescimento do guapote (*Cichlasoma managuense*), uma espécie carnívora, de água doce, que vive bem em águas de temperatura variando de 25 a 30°C, originária da América Central e conhecida pelos consumidores pela excelente textura e sabor de sua carne. Os resultados de Rojas & Verdegem (1994) mostraram que a taxa de crescimento da espécie (fase de 4 g) está em torno de 6 a 12 g/kg^{0,8}/dia e que o uso de dietas com uma relação energia:proteína maior que 8 a 9 kcal de ED/g de PB, com 3.300 kcal de ED e 35 a 40% de PB, não aumenta esta taxa de crescimento.

Lee & Putnam (1973) realizaram estudos com dietas purificadas, com relações energia:proteína variando de 6,17 a 13,7 kcal/g, utilizadas na alimentação de trutas (4,76 g de peso médio) por 18 semanas. Os resultados deste experimento indicaram que o consumo de alimento pela truta foi regulado pelo conteúdo de calorias na ração e que a

utilização da proteína e taxa de retenção da proteína consumida aumentaram conforme aumentaram os níveis de amido, indicando que existe um efeito economizador da proteína pelo amido. Os peixes alimentados com dietas contendo baixa energia foram capazes de ganhar peso em taxas comparáveis às daquelas de peixes que receberam dietas contendo alta energia, somente aumentando o consumo de alimento. A quantidade de gordura corporal aumentou com o aumento dos teores de gordura na dieta, enquanto uma relação inversa ocorreu em relação à proteína corporal. Os autores observaram ainda um aumento do volume do trato gastrointestinal dos peixes que receberam dietas com altos níveis de gordura em função do aumento dos cecos pilóricos e intestino, resultado de uma lenta passagem do alimento pelo trato gastrointestinal.

Porém, em experimentos com salmões criados em gaiolas, em águas marinhas, com peso inicial de 100 g até 600 g e alimentados com quantidades iguais de nitrogênio (nível de arraçoamento inversamente proporcional ao conteúdo de proteína), Hillestad & Johnsen (1994) observaram que os peixes que apresentaram melhor resposta foram aqueles que receberam 39% de proteína na dieta, e que o conteúdo de gordura no filé aumentou conforme diminuiu o nível de proteína. Este trabalho demonstrou que a relação energia:proteína ótima nas rações para salmão estão ao redor de 13,5 kcal de energia bruta/g de PB, quando a principal fonte de proteína na ração for farinha de peixe obtida por processamento a baixa temperatura, e a fonte de lipídios for óleos de peixe de alta qualidade. Estes resultados corroboram afirmações de Lovell (1986), para quem peixes alimentados com baixa proteína na dieta usam a energia adicional para acumulação de gordura ao invés de ganho de proteína.

Trabalhos desenvolvidos por Reinitz (1983) testaram o efeito da dieta – alta em gordura e proteína ou baixa em gordura e proteína, da idade, e da taxa de alimentação (4, 8, 12% do peso vivo) na composição corporal da truta arco-íris (peso inicial igual a 2,1 g). Os resultados mostraram que em se aumentando a taxa de alimentação, aumenta-se os teores de gordura e proteína, com diminuição dos teores de cinzas e umidade na carcaça. Estas observações corroboram aquelas de Reinitz & Hitzel (1980) que também concluíram que um aumento na proporção de gordura dietética

resulta em aumento da porcentagem de gordura e diminuição da porcentagem de umidade na carcaça.

Em estudos com truta arco-íris (415 g) Storebakken & Austreng (1987a) mostraram que o aumento do nível de alimentação, resultou em um maior acúmulo de gordura, em um menor rendimento de carcaça e no aumento do tamanho do fígado em relação ao peso do corpo. Uma provável razão para este aumento pode ser o aumento das quantidades de carboidratos e proteínas dietéticas para serem metabolizadas. Estes mesmos autores não encontraram qualquer efeito do nível de alimentação em relação à composição corporal em salmão do Atlântico com menos de 300 g. Uma exceção foram peixes alimentados com 50% da quantidade de ração em comparação aos peixes que alcançaram máximo crescimento, que apresentaram redução no nível de gordura corporal (Storebakken & Austreng, 1987b). Isto mostra que, mesmo mantendo-se uma relação energia:proteína constante na dieta, a composição da carcaça pode ser alterada em função de uma alteração na taxa de alimentação.

Verifica-se, então, que altos teores de gordura no alimento reduzem rendimento de carcaça, qualidade do pescado e tempo de armazenamento dos produtos processados. A utilização de um menor nível de proteína nas dietas seria recomendado, uma vez que seria mais econômico. Entretanto, se rendimento e qualidade do produto final forem considerados em conjunto, o uso de níveis mais elevados de proteína seria mais apropriado. Isto tornaria a relação energia:proteína menos elástica, e permitiria a obtenção de produtos de melhor qualidade a partir do pescado criado comercialmente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido junto ao Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia Não Ruminantes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Campus de Piracicaba-S.P., durante o período de 06 de agosto a 11 de outubro de 1997.

Foram utilizados 196 alevinos de tucunarés (*Cichla* sp), condicionados a aceitar ração granulada seca, com peso médio inicial de 10 g. Os peixes foram estocados em 16 gaiolas de tela de polietileno de malha 5 mm e volume igual a 25 L (31 cm altura x 32 cm de diâmetro), alojados em 16 caixas de cimento amianto com volume de 500 L, contendo 12 peixes cada. No período pré-experimental os peixes ficaram concentrados em 3 gaiolas de tela semelhante àsquelas usadas no período experimental, com volume igual a 120 L. Neste período, os peixes recebiam ração comercial para espécies carnívoras, com 40% de PB e 3.500 kcal de ED/kg, à vontade, em duas refeições diárias.

As caixas estavam abrigadas em uma estufa, num sistema fechado de recirculação de água. A temperatura da água, mantida em $27,7 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$, era registrada diariamente durante os horários de alimentação. Os peixes foram mantidos em sistema de água parada, sendo que o nível de oxigênio dissolvido dentro das parcelas experimentais era mantido por meio de um soprador de ar de $\frac{3}{4}$ HP instalado

exclusivamente para a montagem do experimento. Os valores de OD na água das caixas eram registrados diariamente durante os horários de alimentação.

O sistema de aquecimento da água constituía de aquecedores de 300 W ligados a tomadas independentes para cada caixa de água. O sistema de tubulação para a distribuição de ar para dentro das caixas de água era composto de tubos de PVC marrom de bitola ½". A difusão de ar nas caixas foi feita através de secções de mangueiras microperfuradas com 75 cm de comprimento.

Foram estabelecidos 4 tratamentos (T1, T2, T3 e T4) que consistiam, respectivamente, de quatro rações isoenergéticas (3.500 kcal/kg de ração), com 8, 9, 10 e 11 kcal de energia digestível/g de proteína bruta (ED:PB). As rações foram formuladas de forma que 70% da proteína bruta fosse de origem animal – farinha de peixe e farinha de ovo, e os 30% restantes de origem vegetal – farelo de soja e milho. As rações experimentais foram elaboradas com base em análises da composição química dos ingredientes (Tabela 1), realizadas pelo Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP. As análises dos ingredientes e a composição das rações estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respetivamente.

Para preparo das rações, os ingredientes foram peneirados em peneira de 1 mm de diâmetro. Após mistura inicial, as dietas eram adicionadas de 30% de seu peso em água, permitindo a formação de uma pasta que era granulada através da passagem em moedor de carne comercial equipado com um molde de 2 mm de diâmetro, que resultava em um grânulo com o mesmo diâmetro. Após a granulação, as rações foram resfriadas à sombra, secas ao ar livre por um período de 2 horas e posteriormente armazenadas em sacos plásticos escuros sob refrigeração.

Tabela 1. Análise bromatológica dos ingredientes. Valores expressos em 100% da matéria original.

Nutriente	Ingredientes			
	Farinha de peixe	Farinha de ovo	Milho	Farelo de soja
Umidade (%)	6,82	3,09	12,99	11,87
Proteína bruta (%)	54,86	41,21	7,25	42,78
Fibra bruta (%)	0,45	0,30	2,32	5,69
Extrato etéreo (%)	6,15	41,67	5,11	2,06
Matéria mineral (%)	25,23	3,41	1,18	5,17
Energia bruta (kcal/kg)	4.174,39	6.914,46	3.995,21	4.187,64
Energia digestível (kcal/kg) ¹	4.756,95	6.223,02	1.624,85	2.514,68
Extrato não nitrogenado (%)	6,49	10,32	71,15	32,42

¹ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade da energia para "striped bass (Sullivan and Reigh (1995)).

Tabela 2. Composição das rações. Valores expressos em 100% da matéria original.

Ingredientes (%)	Ração 1 (T1)	Ração 2 (T2)	Ração 3 (T3)	Ração 4 (T4)
	8 kcal ED/g PB	9 kcal ED/g PB	10 kcal ED/g PB	11 kcal ED/g PB
Farinha de peixe	37,00	33,00	29,90	25,50
Farelo de soja	27,60	21,00	18,00	14,00
Milho moído	15,00	23,60	29,40	36,00
Farinha de ovo	20,00	20,00	17,80	18,50
Óleo de soja	0	2,00	4,5	5,60
Suplemento mineral ¹	0,1	0,1	0,1	0,1
Suplemento vitamínico ¹	0,3	0,3	0,3	0,3
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100,05	100,05	100,05	100,05
Umidade, %	6,64	6,73	5,75	6,69
PB calculado (%) ²	41,43	37,04	33,57	30,21
EB calculado (kcal/kg)	4.682,49	4.762,72	4.812,28	4.872,19
ED calculado (kcal/kg)	3.516,86	3.515,65	3.489,62	3.471,68
Extrato Etéreo calculado (%)	11,95	12,00	11,13	11,40
Matéria Mineral calculado (%)	11,62	10,37	9,43	8,22
NDT	26,21	31,95	38,23	41,68
Fibra bruta calculado (%)	2,15	1,95	1,89	1,80

¹ Suplementação/kg de alimento: Mn 40 mg; Fe 100 mg; Zn 100 mg; Cu 10 mg; Co 1 mg; I 1,5 mg; Se 0,45 mg; vit. A 36.000 UI; vit B₆ 9 mg; vit D₃ 4.500 UI; vit. E 150 UI; vit. B₁₂ 90 µg; vit. B₁ 6 mg; vit. B₂ 18 mg; vit K₃ 4,5 mg; ácido fólico 9 mg; biotina 0,6 mg; ácido pantotênico 30 mg; ácido nicotínico 90 mg.

² 70% de fonte protéica de origem animal e 30% de fonte protéica de origem vegetal.

Os peixes foram alimentados manualmente com a ração experimental, à vontade, em duas refeições diárias (8:00 e 17:00). A biomassa média, consumo de ração e conversão alimentar eram determinados em intervalos de 21 dias para cada gaiola. Duas vezes por semana, realizava-se a limpeza das caixas através de um sifão. Posteriormente, seguindo recomendações de Post (1987), era realizado um tratamento preventivo contra bacterioses pelo uso do permanganato de potássio na concentração de 2 mg/L em banhos por tempo indefinido. Com o objetivo de amenizar o estresse dos peixes provocado pelo manejo, tanto para a montagem do experimento como para todas as biometrias, foi utilizado o anestésico benzocaína na dose 1:10.000.

No início do período experimental um lote de 4 peixes foi sacrificado, armazenado em ultra-congelador e posteriormente submetido à análise de composição corporal, onde os seguintes itens foram determinados: proteína, extrato etéreo, umidade, fibra bruta e matéria mineral. Da mesma forma, no final do período experimental 4 peixes de cada tratamento foram sacrificados e congelados para posterior análise de composição corporal. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do “Centro de Energia Nuclear na Agricultura” – CENA.

As amostras foram trituradas em moinho de faca. A umidade foi calculada após secagem em estufa a 100°C até peso constante; a proteína bruta foi determinada pelo método de micro Kjeldahl (titulação com ácido sulfúrico 0,05 N); o extrato etéreo foi determinado pela extração com éter etílico por 30 horas; a matéria mineral foi determinada após incineração em mufla a 550°C por 4 horas; e fibra bruta foi determinada por digestão com ácido sulfúrico 1,25N e hidróxido de sódio 1,25N.

Ao final do período experimental, os tratamentos foram avaliados pela determinação dos seguintes parâmetros: conversão alimentar – C.A. (quantidade de alimento consumido/ganho de peso); sobrevivência; consumo de ração; ganho de peso – G.P.; valor produtivo da proteína – V.P.P.% $[(\text{proteína corporal final} - \text{proteína corporal inicial}) \times 100 / \text{consumo de proteína}]$; taxa de eficiência protéica – T.E.P. (ganho de peso/consumo de proteína); e retenção de energia bruta – R.E.B.% $[(\text{energia corporal final} - \text{energia corporal inicial}) \times 100 / \text{consumo de energia}]$. Em função da pequena

quantidade de material biológico disponível, os dados de V.P.P.%, T.E.P. e R.E.B.% foram submetidos apenas a uma análise gráfica de tendência.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se do software SAS, e aplicando-se regressão polinomial para avaliar o efeito das relações ED:PB nas variáveis analisadas ao nível de 5% de probabilidade (Steel & Torrie, 1980; Snedcor & Cochran, 1989).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água permaneceu estável durante o período experimental. As médias dos parâmetros de qualidade da água monitorados nas unidades durante o experimento foram: pH 7,5; temperatura $27,7 \pm 1,5$ °C; oxigênio dissolvido $6,8 \pm 0,7$ mg/L; alcalinidade total 55 mg/L de equivalente CaCO_3 ; dureza total 87 mg/L de equivalente CaCO_3 .

No início do período experimental foi diagnosticada uma infestação no plantel de peixes pelo protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* (“íctio”) (Post, 1987). Esta parasitose afetou mais severamente uma parcela do T4 no início do experimento, comprovado por um pior valor de conversão alimentar na parcela, observado na primeira biometria realizada (CA=2,9). A ictioftiríase foi controlada com verde de malaquita na concentração de 0,01 ml/L em banho de duas horas. Após o tratamento profilático, os peixes recuperaram-se totalmente, como pode ser demonstrado pelo bom valor de CA (1,5) observado para a parcela na segunda biometria.

Os valores médios dos índices de desempenho e composição corporal dos alevinos de tucunaré utilizados no experimento, correspondentes à média das 4 unidades experimentais de cada tratamento, bem como os resultados do teste de Tukey, estão apresentados na Tabela 3. Os valores originais de cada uma das variáveis e suas respectivas análises de variância estão apresentadas nas Tabelas 1 a 11 do Apêndice. O

peso médio inicial dos alevinos mostrou-se uniforme, não apresentando diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($P \geq 0,05$).

Tabela 3. Médias dos índices de desempenho e composição corporal dos alevinos de tucunaré medidos durante o período experimental (*).

	Tratamentos				
	T 1	T 2	T 3	T 4	CV (%)
Consumo ração, g	295,28 ^a	243,93 ^b	241,36 ^b	225,96 ^b	5,93
Ganho peso parcela, g	245,17 ^a	199,26 ^b	179,34 ^{bc}	149,09 ^c	10,81
C.A.	1,20 ^b	1,22 ^b	1,35 ^{ab}	1,52 ^a	6,02
GPD/peixe, g	0,315 ^a	0,26 ^b	0,23 ^{bc}	0,19 ^c	10,31
Peso inicial/peixe, g	10,16 ^a	9,98 ^a	10,02 ^a	9,93 ^a	4,67
Peso final parcela, g	367,13 ^a	319,03 ^b	299,53 ^{bc}	268,23 ^c	6,98
Peso final/peixe, g	30,59 ^a	27,16 ^{ab}	24,96 ^{bc}	22,35 ^c	6,75
Composição corporal⁴					Inicial
Água, %	72,13	71,28	71,23	70,93	76,63
Proteína bruta, %	13,85	11,99	11,27	9,55	8,08
Extrato etéreo, %	5,32	7,05	9,24	8,60	5,07
Matéria mineral, %	4,92	4,52	4,44	3,44	3,24
V.P.P., % ¹	33,14	31,33	29,08	23,21	
T.E.P. ²	2,00	2,21	2,21	2,18	
R.E.B., % ³	27,01	28,62	30,38	24,22	

* Para cada variável, dietas seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P \leq 0,05$).

¹ Valor produtivo da proteína = (proteína corporal final - proteína corporal inicial) x 100 / proteína consumida.

² Taxa de eficiência protéica = (ganho de peso / consumo de proteína).

³ Retenção de energia bruta = (ganho de energia corporal / consumo de energia) x 100, considerando os valores de 5,7 kcal/g de proteína e 9,5 kcal/g de gordura.

⁴ Os valores de composição corporal correspondem a somente 1 amostra de cada tratamento.

Em relação às médias de consumo de ração (C.R.), apenas T1 diferiu dos demais ($P \leq 0,05$). Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre T2, T3 e T4 ($P \geq 0,05$), os peixes apresentaram um decréscimo no consumo de ração conforme aumentou a relação ED:PB, representados tanto por uma regressão linear ($P < 0,0001$) como quadrática ($P < 0,03$) (Figura 1). Trabalhos realizados por Page and Andrews (1973), testando vários níveis de energia e proteína na dieta de bagre do canal, mostraram que o consumo de ração diminuiu conforme aumentaram os níveis de energia dietética, levando à conclusão que os peixes se alimentam para

satisfazer suas necessidades em energia. Para os níveis de proteína testados – 25 e 35% de PB, observou-se uma diminuição no consumo de ração conforme aumentaram os níveis de gordura nas dietas. Entretanto, não foram observadas diferenças no consumo de ração em outras dietas com o mesmo nível de proteína e com níveis diferentes de energia. Os autores sugeriram, então, que o consumo de alimento também pode ser influenciado pelo nível de proteína na dieta.

Figura 1. Efeito da relação energia:proteína no consumo de ração de alevinos de tucunaré.

Resultados semelhantes foram encontrados para outras espécies carnívoras, como relatado em Lee and Putnan (1973) com trutas; Bromley (1980) com “turbot”; Anderson et al. (1981) com “black bass”, Daniels & Robinson (1986) com “red drum”; Zhang et al. (1994) com “stripped bass” híbrido; Webster et al. (1997) com “bluegill” e trabalhos de vários outros autores com espécies onívoras, como Winfree & Stickney (1981) com tilápia; Reis et al. (1989), Li & Lovell (1992 a, b) e Robinson & Li (1997) com bagre do canal.

No presente experimento, como já descrito, observou-se que, apesar dos teores de ED terem sido mantidos constantes, ocorreu uma diminuição no consumo de ração acompanhando a diminuição do nível de PB. Tal fato pode estar relacionado com a

maior quantidade de óleo de soja na ração, em ordem crescente do tratamento 2 para o 4, o qual é uma fonte de energia prontamente disponível para os peixes, que neste caso, poderiam atingir a saciedade a partir da ingestão de uma menor quantidade de alimento.

Para as variáveis ganho de peso (G.P.) e peso final da parcela (P.F.P.), foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o T1 e os demais tratamentos e entre T2 e T4 ($P \leq 0,05$). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre T2 e T3 e entre T3 e T4 ($P \geq 0,05$). Através da análise de regressão pode-se observar uma regressão linear ($P < 0,0001$) para as variáveis ganho de peso e peso final da parcela (Figuras 2 e 3). A aplicação do teste de Tukey para os valores de peso final médio individual, mostrou diferença estatisticamente significativa entre T1 e T3 e T4, que não diferiram estatisticamente entre si, e entre os tratamentos T2 e T4 ($P \leq 0,05$). As médias de ganho de peso dos peixes de cada parcela variaram de 149,09 g (T4) a 245,17 g (T1). Resultados semelhantes foram obtidos por Page & Andrews (1973) com o bagre do canal, que observaram um aumento no ganho de peso conforme aumentou o nível de PB para peixes menores, de peso vivo entre 14 – 114 g. Entretanto, peixes em uma faixa de peso superior – 114 – 500 g, apresentaram uma menor exigência em proteína que peixes menores.

Figura 2. Efeito da relação energia:proteína no ganho de peso de alevinos de tucunaré.

Figura 3 Efeito da relação energia:proteína no peso final de alevinos de tucunaré.

No presente experimento, o ganho de peso dos alevinos de tucunaré de 10 a 30 g variou de 0,190 a 0,315 g/dia, ficando um pouco abaixo do observado para outras espécies tropicais para esta fase. Valores comumente observados em produções comerciais, estão em torno de 0,4 g para o bagre do canal; 0,5 g para o tambaqui; 0,6 g para o *Brycon* sp; 0,6 g para tilápia do Nilo; 0,5 g para carpa comum; 0,5 g para o pacu e 0,7 – 0,9 g/dia para o pintado. Entretanto, o ideal seria comparar o ganho de peso dos peixes deste experimento com aquele obtido em outros experimentos realizados com a mesma espécie, mas não existem na literatura referências a trabalhos de avaliação de ganho de peso de tucunarés alimentados com ração.

Dados da literatura (Page & Andrews, 1973; Reis et al., 1989; Robinson & Li, 1997) mostram que existe interação entre regime alimentar (à vontade e com restrição) e nível de PB na dieta. O ganho de peso de peixes alimentados até a saciedade diminui linearmente em função do aumento do nível de PB da dieta, enquanto que o ganho de peso de peixes alimentados com restrição aumenta linearmente em função do aumento do nível de PB na dieta. Esta interação indica que a resposta dos peixes a diferentes concentrações de proteína na dieta é influenciada pela taxa de alimentação. Estes estudos indicam que dietas com baixos níveis de proteína, mas balanceadas em aminoácidos, apresentam resultados satisfatórios quando fornecidas à vontade, enquanto dietas com maiores níveis de PB permitem máximo crescimento apenas quando fornecidas com restrição (Li & Lovell, 1992a).

No entanto, Lovell (1986) testou o efeito de dietas isocalóricas e duas porcentagens de proteína para bagre do canal e mostrou que o ganho de peso foi quase o mesmo para os dois níveis de proteína. Entretanto, os peixes alimentados com dietas contendo uma relação ED:PB mais elástica, apresentaram maiores depósitos de gordura e uma menor porcentagem de proteína no filé.

Recentemente, Robinson & Li (1997) trabalhando com bagres do canal alimentados à vontade, observaram que um aumento de 16 para 24 % no teor de proteína dietética promoveu um aumento na taxa de ganho de peso. Entretanto, os autores não observaram diferença estatisticamente significativa entre os lotes de peixes quando o nível de proteína dietética aumentou de 24% para 32%.

Trabalhos realizados com outras espécies de peixes carnívoros mostraram resultados semelhantes. Lee & Putnan (1973), testando rações com várias relações ED:PB, também demonstraram que as trutas comem para satisfazer suas necessidades em energia. Dietas com altos níveis de energia, contendo 24% de óleo de peixe, proporcionaram ótimo crescimento, e neste nível de inclusão de lipídio na dieta, o nível de proteína pode ser reduzido em um terço, sem perda no ganho de peso e com uma melhora na utilização de energia. Estes resultados indicaram que, se a relação energia:proteína é mantida em níveis apropriados, pode-se produzir trutas com sucesso utilizando-se dietas com altos níveis de energia. Os peixes parecem ser eficientes em converter a proteína ingerida em gordura. Isto é possível, em parte, graças à habilidade que estes animais têm de excretarem o excesso de nitrogênio na forma de amônia, em contraste aos mamíferos, que gastam energia na formação da uréia excretada na urina (Lovell, 1988; Cho, 1990).

Reinitz & Hitzel (1980) encontraram resultados semelhantes com truta arco-íris. Estes autores trabalharam com dois níveis de proteína e 4 níveis de energia, de modo a fornecer relações energia metabolizável/proteína digestível (EM/PD) de 11, 12, 13 e 14 kcal/g. Um aumento na relação EM/PD de 12 (18% de lipídio e 35% de PB) para 14 kcal/g (27% de lipídio e 35% de PB) não resultou em um significativo aumento no ganho de peso. Estes resultados são semelhantes àqueles obtidos por vários outros autores, os quais relatam que aumentos no teor de lipídio além de 18% em dietas contendo 35% de PB, não promovem melhoras na taxa de crescimento da truta arco-íris (Shearer, 1994). A associação positiva entre a quantidade de proteína digestível na dieta e o ganho de peso, sugere que a quantidade e a qualidade da proteína influenciam a taxa de crescimento do peixe. Entretanto, esta relação parece ter uma importância secundária quando associada à relação entre energia e a taxa de crescimento (Cho, 1990).

Foi observado uma piora na conversão alimentar em função do aumento da relação ED:PB. Não houveram diferenças estatisticamente significativas entre T1, T2 e T3, assim como entre T3 e T4 ($P \geq 0,05$). A análise polinomial mostra que a C.A. e ED:PB estão negativamente correlacionadas através de uma regressão linear ($P < 0,0001$) (Figura 4). Os valores observados podem ser considerados muito bons. Estes resultados

podem ser atribuídos às boas condições de qualidade de água nas unidades experimentais e ao bom manejo durante as biometrias, que assegurou uma redução no estresse dos animais e à boa qualidade das rações experimentais.

Figura 4. Efeito da relação energia:proteína na conversão alimentar de alevinos de tucunaré.

Considerando que a proteína é o nutriente mais caro na composição de rações para peixes (Lovell, 1989), as rações comerciais devem conter um nível mínimo necessário deste nutriente com um perfil de aminoácidos essenciais balanceado para garantir um adequado crescimento aos peixes. Nossos resultados mostram que as exigências em proteína para o tucunaré de 10 a 30 g podem ser supridas por uma dieta contendo em média 37 a 41% de PB e 3.500 kcal de ED/kg de ração, desde que os peixes sejam alimentados à vontade.

A melhora nos valores de C.A. no decorrer do período experimental pode ser atribuída a vários fatores como, por exemplo, adaptação dos peixes ao ambiente e às rações, crescimento dos peixes e variações da temperatura da água, visto que os dados da primeira biometria foram obtidos com médias de temperatura de 26°C, e as biometrias seguintes foram realizadas com médias de temperatura de 28 °C. Porque são animais pecilotérmicos, os peixes apresentam atividade metabólica diretamente relacionada com a temperatura da água. Para espécies de clima tropical, o aumento da

temperatura da água promove melhoria nos índices de C.A. devido ao aumento da taxa de crescimento, enquanto as exigências para manutenção permanecem praticamente constantes e permitem que maior quantidade da energia ingerida como alimento seja utilizada para o crescimento (Lovell, 1989; Cho, 1990; Lovell, 1994a).

Com relação à composição corporal dos animais utilizados no experimento, foi observado que os teores de proteína variaram de 9,55% (T4) a 13,85% (T1), enquanto que a composição corporal em lipídios oscilou de 5,32% (T1) a 9,24% (T3), reduzindo para 8,6% (T4) (Figura 5).

Figura 5 – Efeito da relação energia:proteína na composição da carcaça de alevinos de tucunaré.

Segundo Garling & Wilson (1976) um aumento na concentração de lipídios em geral condiciona uma diminuição na porcentagem de água, proteína e cinzas na carcaça. Este fenômeno foi observado no presente estudo, onde a maior deposição (ganho) de proteína ocorreu em peixes alimentados com rações contendo baixa relação ED:PB, bem como a relação ED:PB foi positivamente correlacionada ao conteúdo de gordura corporal. Estes resultados corroboram relatos de Page & Andrews (1973) e

Robinson & Li (1997), que observaram que o aumento da concentração de proteína corporal é dependente da relação ED:PB da ração. Os trabalhos destes autores com o bagre do canal indicaram que o conceito de relação energia:proteína deve ser restrito a dietas contendo níveis adequados de proteína e energia.

O valor produtivo da proteína (V.P.P.) variou de 23,21% (T4) a 33,14% (T1), como pode ser observado na Figura 6. Existe uma relação característica entre o nível de proteína da dieta e a utilização da proteína pelo peixe. Esta relação pode ser descrita como segue: quando a dieta apresenta baixos níveis de energia, a utilização de proteína é baixa; conforme o nível de proteína aumenta, a utilização de proteína também aumenta e alcança um máximo perto do nível mínimo de proteína exigido; em níveis de proteína além do mínimo exigido, a utilização de proteína diminui. No presente trabalho, a dieta contendo menor concentração energética condicionou um maior consumo e a proteína consumida foi eficientemente transformada em proteína corporal, havendo um menor acúmulo de gordura na carcaça.

Figura 6 – Variação dos valores de REB% e VPP% em função da variação das relações energia:proteína nas dietas.

Estudos desenvolvidos por Murray et al. (1977) com bagre do canal, utilizando dietas com 25 e 35% de PB, revelaram um aumento na conversão em proteína (proteína consumida/g ganho em proteína) em função do aumento da porcentagem de lipídio na dieta de 5 para 12%. Este aumento no teor de lipídio na ração resultou em um efeito economizador da proteína consumida permitindo que mais proteína fosse depositada nos tecidos. Observações similares foram feitas por Page & Andrews (1973) que mostraram que menos proteína e mais energia é exigida por unidade de ganho de peso conforme se aumenta a relação ED:PB em um nível constante de proteína.

Os valores de retenção de energia bruta (R.E.B.) variaram de 27,01% (T1) a 30,38% (T3), apresentando uma diminuição para 24,32% (T4), ou seja, todos os tratamentos apresentaram a mesma tendência de acumulação de lipídios na carcaça, como pode ser observado na Figura 6. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Reinitz & Hitzel (1980) com truta arco-íris. Entretanto, estes autores citam que um alto nível de gordura na carcaça pode contribuir como fonte de energia em períodos de escassez de alimento. Citam ainda que o uso de dietas que produzam trutas com alto teor de gordura corporal pode resultar em altas taxas de sobrevivência durante o período de transição das incubadoras para as grandes represas em casos de povoamento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Hillestad & Jonhsen (1994), com salmão do Atlântico. Os autores determinaram que dietas com 13,6 kcal/g e 39% de PB proporcionaram um valor de retenção de energia de 50%, considerado ótimo, uma vez que os salmões necessitam de mais energia na fase de “smolt” – transição de água doce para água salgada.

De acordo com Bromley (1980) a eficiência de conversão em energia não é influenciada pela composição da ração. Em outras palavras, o total de energia depositado nos peixes depende do total de energia consumida e não é afetado pela proporção de proteína e lipídios na dieta. Em dietas com altos níveis de proteína, a energia é depositada principalmente na forma de proteína. Em dietas com altos teores de lipídio, menos energia é depositada na forma de proteína e proporcionalmente mais energia é depositada como gordura, ou seja, como reserva corporal (Lee & Putnam,

1973; Page & Andrews, 1973; Adron et al., 1976). As reservas de lipídio estão acumuladas em forma concentrada, mas a proteína está diluída na água do citosol. Uma unidade de energia depositada na forma de proteína é acompanhada por um aumento no peso de aproximadamente oito vezes, quando associado a similar quantidade de energia depositada como gordura. Isto explica por que o crescimento em peso é reduzido em dietas com altos teores de lipídio. A prática da adição de lipídio às dietas para conservar a proteína deve ser revista com cuidado, pois pode resultar em reduzido crescimento e altos níveis de gordura visceral, como demonstrado por Bromley (1980) para o “turbot”.

Peixes gordurosos estão geralmente associados a altas relações ED:PB, quando estas ultrapassam a faixa ótima. Rações com baixos níveis de proteína tem mostrado produzir peixes gordurosos (Li & Lovell 1992a, b). Os resultados do presente estudo mostram que a relação ED:PB para o tucunaré deve ser mantida em 8 a 9 kcal/g.

A taxa de eficiência protéica neste estudo variou de 2,0 (T1) a 2,21 (T2 e T3) e 2,18 (T4), seguindo a mesma tendência de variação dos outros parâmetros, como mostra a Figura 7. A TEP foi maior para T2 e T3, porém os valores foram muito próximos. Trabalhos realizados por Papaparaskeva & Alexis (1986), demonstraram que um aumento nos teores de lipídios e carboidratos em rações para peixes pode resultar em maiores valores de TEP. O efeito economizador da proteína pelos lipídios tem sido demonstrado por vários autores, tanto com espécies carnívoras como onívoras (Rojas & Verddegem, 1994; Li & lovell, 1992; Daniels & Robinson, 1986). Todos os valores de composição corporal observados neste trabalho, assim como os valores de V.P.P.%, R.E.B.% e T.E.P., são semelhantes àqueles encontrados por Kubitzka (1990) para o pacu.

Figura 7 – Variação dos valores de TEP em função da variação das relações energia:proteína nas dietas.

A discussão acima indica que uma relação ED:PB maior que 8 a 9 kcal/g não induz um maior ganho de peso do tucunaré mantido nas condições deste experimento. Deste modo, dietas com níveis subótimos de proteína (mínimo exigido), podem resultar em taxas de conversão em proteína mais eficientes, com maior economia no manejo alimentar da espécie.

5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados e discutidos permitem inferir que:

- a melhor relação ED:PB para o tucunaré de 10 a 30 g foi de 8 kcal/g, considerando uma ração com 41% de PB e 3.500 kcal/kg de ração;
- considerando que a exigência em proteína diminui com o aumento do tamanho do peixe, infere-se que peixes maiores podem consumir uma ração com 37% de PB e 9 kcal/g de relação ED:PB e apresentar crescimento satisfatório, conversão alimentar e boa qualidade de carcaça;
- embora a utilização dos coeficientes de digestibilidade da energia apresentados de Sullivan and Reigh (1995) para o “striped bass híbrido”, tenha servido adequadamente aos propósitos deste estudo, sugerimos que a realização de novos trabalhos com espécies carnívoras de clima tropical seja feita com coeficientes de digestibilidade dos nutrientes determinados especificamente para estas espécies, visto que a capacidade de utilização da energia difere entre espécies de clima temperado e tropical;
- este trabalho foi realizado com base em tabelas de exigências nutricionais de outras espécies carnívoras de clima temperado e deve, deste modo, assumir importância significativa no embasamento de futuras pesquisas com espécies carnívoras tropicais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADRON, J.W.; BLAIR, A; COWEY, C.B.; et al. Effects of dietary energy level and dietary energy source on growth, feed conversion and body composition of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). **Aquaculture**, v.7, p.125-132, 1976.
- ANDERSON, R.J.; KIENHOLZ, E.W.; FLICKINGER, S.A. Protein requirements of largemouth bass. **Journal of Nutrition**, v.111, p.1085-1097, 1981.
- BRETT, J.R.; GROVES, T.D.D. Physiological energetics. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; BRETT, J.R. (Ed.) **Fish physiology VIII**. New York: Academic Press, 1979. p.280-352
- BROMLEY, P.J. Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). **Aquaculture**, v.19, p.359-369, 1980.
- BURTLE, G.J. Body composition of farm-raised catfish can be controlled by attention to nutrition. **Feedstuffs**, v.62, n.5, p.68-71, 1990.
- CHO, C.Y. Fish Nutrition, Feeds, and Feeding: With Special Emphasis on Salmonid Aquaculture. **Food Reviews International**, v.6, n.3, p.333-357, 1990.
- DANIELS, W.H.; ROBINSON, E.H. Protein and energy requirements of red drum. **Aquaculture**, v.53, p.232-243, 1986.

- FONTENELE, O. Um caráter sexual secundário extragenital nos tucunarés (*Actinopterygii*, *Cichlidae*). **Revista Brasileira de Biologia**, v.8, n.2, p. 185-188, ago. 1948.
- GARLING, D.M.; WILSON, R.P. Optimum dietary protein-to-energy ratios for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus*. **Journal of Nutrition**, v.106, p.1368-1375, 1976.
- GATLIN, D.M.; POE, W.E.; WILSON, R.P. Protein and energy requirement of fingerling channel catfish for maintenance and maximum growth. **Journal of Nutrition**, v.116, p.2121-2131, 1986.
- HENKEN, A.M.; KLEINGELD, D.W.; TIJSEN, P.A.T. The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the african catfish *Clarias gariepinus* (BURCHELL, 1822). **Aquaculture**, v.51, p.1-11, 1985.
- HILLESTAD, M.; JOHNSEN, F. High-energy/low protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. **Aquaculture**, v.124, n.1/4, p.109-116, 1994.
- KAUSHIK, S.J.; MÉDALE, F. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids, **Aquaculture**, v.124, p.81-97, 1994.
- KUBITZA, F. Substituição total da farinha de peixe pelo farelo de soja em rações para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887), suplementadas com metionina. Piracicaba, 1990. 80 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal of Nutrition**, v.103, n.11, p.916-922. 1973.
- LI, M.; LOVELL, R.T. Comparison of satiate feeding and restricted feeding of channel catfish with various concentrations of dietary protein in production ponds. **Aquaculture**, v.103, p.165-175, 1992a.

- LI, M.; LOVELL, R.T. Growth, feed efficiency and body composition of second and third year channel catfish fed various concentrations of dietary protein to satiety in production ponds. **Aquaculture**.1992b.
- LIM, C. Practical feeding: tilapias. In: LOVELL, R.T. (Ed.) **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. cap.8, p.163-183.
- LOVELL, R. T. **Use of soybean products in diets for aquaculture species**. Saint Louis. American Soybean Association, 1984a. 16p. (Technical Bulletin, v. AQ21-90 6/7).
- LOVELL, R.T. The Yellow Fat Problem in Fish Flesh. **Aquaculture Magazine**, v. 10, n.4, p. 39-40. 1984b.
- LOVELL, R.T. Weight gain versus protein gain for evaluating fish feeds. **Aquaculture Magazine**, v. 12, p. 45-47, 1986.
- LOVELL, R.T. Use of soybean products in diets for aquaculture species. "in" **Proceedings**. Beijing: People's Republic of China Aquaculture and Feed Workshop. American Soybean Association, 1988. p. 335-361.
- LOVELL, R. T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.
- LOVELL, R. T. Nutrition of Aquaculture Species. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4193-4200, 1991.
- MANGALIK, A. Dietary energy requirements of channel catfish. Auburn, 1986. Thesis (Ph.D) - Auburn University.
- MILLWARD, D.J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. **Aquaculture**, v.79, p. 1-28. 1989.
- MOYLE, P.B.; CECH Jr., J.J. **Fishes: An introduction to ichthyology**. 2.ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988.

- MURRAY, M.W.; ANDREWS, W.; DELOACH, H.L. Effects of dietary lipids, dietary protein and environmental temperature on growth, feed conversion and body composition of channel catfish. **Journal of Nutrition**, v.107, p.272-280, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of fish**. Washington: National Academy Press, 1993. 114p.
- PAGE, J.W.; ANDREWS, J.W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Nutrition**, v.103, p.1339-1346, 1973.
- PAPAPARASKEVA, E.; ALEXIS, M. Protein requirements of young grey mullet, *Mugil capito*. **Aquaculture**, v.52, p.105-115, 1986.
- POST, G. **Textbook of Fish Health**. Neptune City: T.F.H. Publications, 1987. 288p.
- REINITZ, G. Relative effect of age, diet, and feeding rate on the body composition of young rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**, v.35, n.1, p.19-27, Sept. 1983.
- REINITZ, G; HITZEL, F.N. Formulation of practical diets for rainbow trout based on desired performance and body composition. **Aquaculture**, v.19, p.243-252, 1980.
- REIS, L. M.; REUTEBUCH, E.M.; LOVELL, R.T. Protein-to-energy ratios in production diets and growth, feed conversion, and body composition of channel catfish. **Aquaculture**, v. 77, p.21-27, 1989.
- ROBINSON, E.H.; LI, M.H. Low protein diets for channel catfish *Ictalurus punctatus* raised in earthen ponds at high density. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 28, n. 3, p.224-229. 1997.
- ROJAS, J.B.U.; VERDEGEM, M.C.J. Effects of the protein:energy ratio in isocaloric diets on the growth of *Cichlasoma managuense* (Günther 1869). **Aquaculture**, v.25, p.631-637, 1994.
- SARGENT, J.; HENDERSON, R.J.; TOCHER, D.R. The lipids. In: HALVER, J. (Ed.) **Fish nutrition**. Washington: Academic Press, 1989. cap.4, p.153-217.

- SCHWARZ, F.J.; KIRCHGESSNER, M.; STEINHART, H. et al. Influence of different fats with varying additions of α -tocopheryl acetate on growth and body composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture**, v.69, p.57-67, 1988.
- SHEARER, K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, v.119, n.1, p.63-88. 1994.
- SILVA, J.W.B e; CHACON, J.O.; SANTOS, E.P dos. Curva de rendimento do tucunaré pinima *Cichla temensis* (Humboldt, 1833), do açude público "Estevam Marinho" (Curemas, Paraíba, Brasil) (Pisces, Actinopterygii, Cichlidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.40, n.1, p.203-206, 1980.
- SMITH, R.R. Nutritional energetics. In: HALVER, J. (Ed.) **Fish nutrition**. Washington: Academic Press, 1989. cap.1, p.1-29.
- SNEDCOR, G.W.; COCHRAN, W.S. **Statistical methods** 8.ed. Ames: The Iowa State University Press. 1989, 503p.
- SPANNHOF, L.; PLANTIKOW, H. Studies on carbohydrate digestion in rainbow trout. **Aquaculture**, v.30, n.1/4, p. 95-108, Jan. 1983.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. McGraw-Hill Book Co., New York.: 1980.
- STEFFENS, W. **Principles of fish nutrition**. Chichester, England, UK: Ellis Harwood Ltd., 1989. p.184-208.
- STOOREBAKKEN, T.; AUSTRENG, E. Ration levels for salmonids. I. Growth, survival, body composition, and feed conversion in Atlantic salmon fry and fingerlings. **Aquaculture**, v.60, n.3/4, p.189-206, Feb.1987a.
- STOOREBAKKEN, T.; AUSTRENG, E. Ration levels for salmonids. II. Growth, feed intake, protein digestibility, body composition, and feed conversion in rainbow trout weighing 0,5-1,0 kg. **Aquaculture**, v.60, n.3/4, p.207-221, Feb.1987b.

- SULLIVAN, J.A.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313-322, 1995.
- TIDWELL, J.H.; WEBSTER, C.D.; CLARK, J.A. Growth, feed conversion, and protein utilization of female green sunfish x male bluegill hybrids fed isocaloric diets with different protein levels. **Progressive Fish-Culturist**, v.54, p.234-239. 1992.
- UFODIKE, E.B.C.; MATTY, A.J. Growth responses and nutrient digestibility in mirror carp (*Ciprinus carpio*) fed different levels of cassava and rice. **Aquaculture**, v.31, p.41-50, 1983.
- WEBSTER, C.D.; TIU, L.G.; TIDWELL, J.H. Growth and body composition of Juvenile hybrid bluegill *Lepomis cyanellus* x *L. macrochirus* fed practical diets containig various percentages of protein. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 28, n. 3, p.230-240. 1997.
- WEDEKIND, H. Dietary influences on product quality in African catfish (*Clarias gariepinus*). **Journal of Applied Ichthyology**, v.11, n.3/4, p.347-353.1995./ Resumo em **CAB Abstrats on CD-ROM**, 1995./
- WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J. (Ed.) **Fish nutrition**. Washington: Academic Press, 1989. cap.3, p.111-151.
- WILSON, R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, v.124, p.67-80, 1994.
- WINFREE, R.A.; STICKNEY, R.R. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. **Journal of Nutrition**, v.111, p.1001-1012, 1981.
- ZHANG, Q.; REIGH, R.C.; WOLTERS, W.R. Growth and body composition of pond-raised hybrid striped basses, *Morone saxatilis* x *M. chrysops* and *M. saxatilis* x *M. mississippiensis*, fed low and moderate levels of dietary lipid. **Aquaculture**, v.125, p.119-129, 1994.

Apêndice

Tabela 1. Análise de Variância. Consumo de alimento (g).

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamentos	3	10,915,88	3,638,62	16,2	0,0002
Regressão Linear	1	8,863,9446	8,863,9446	39,68	0,0001
Regressão Quadrática	1	1,292,2227	1,292,2227	5,79	0,0332
Regressão Cúbica	1	759,7130	759,7130	3,40	0,0900
Resíduo	9	2,680,3631	223,3636		
TOTAL	15	13,596,24			

Coefficiente de Variação = 5,93%

Tabela 2. Análise de Variância. Ganho de Peso da parcela (g) no período experimental.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamentos	3	19,500,8196	6,500,2732	14,88	0,0002
Regressão Linear	1	18,991,9008	18,991,9008	43,49	0,0001
Regressão Quadrática	1	245,2356	245,2356	0,56	0,4681
Regressão Cúbica	1	263,6832	263,6832	0,60	0,4522
Resíduo	9	5,240,8140	436,7345		
TOTAL	15	24741,6336			

Coefficiente de Variação = 10,81%

Tabela 3. Análise de Variância. Conversão Alimentar.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamentos	3	0,2532	0,0844	13,21	0,0004
Regressão Linear	1	0,2311	0,2311	36,16	0,0001
Regressão Quadrática	1	0,0210	0,0210	3,29	0,0948
Regressão Cúbica	1	0,0011	0,0011	0,18	0,6822
Resíduo	9	0,0767	0,0063		
TOTAL	15	0,3299			

Coefficiente de Variação = 6,016%

Tabela 4. Análise de Variância. Ganho de Peso Diário (g/dia/peixe).

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamentos	3	0,0332	0,0110	16,85	0,0001
Regressão Linear	1	0,0328	0,0328	49,83	0,0001
Regressão Quadrática	1	0,0002	0,0002	0,34	0,5696
Regressão Cúbica	1	0,0002	0,0002	0,37	0,5532
Resíduo	9	0,0079	0,0006		
TOTAL	15	0,0411			

Coefficiente de Variação = 10,31%

Tabela 5. Análise de Variância. Peso Inicial.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamentos	3	0,12395	0,0413	0,19	0,9022
Regressão Linear	1	0,09248	0,0924	0,41	0,5283
Regressão Quadrática	1	0,00902	0,0092	0,04	0,8426
Regressão Cúbica	1	0,02244	0,0224	0,10	0,7545
Resíduo	9	2,63135	0,2192		
TOTAL	15	2,75530			

Coefficiente de Variação = 4,67%

Tabela 6. Análise de Variância. Peso Final.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamentos	3	146,1297	48,7099	15,49	0,0002
Regressão Linear	1	144,9103	144,910	46,08	0,0001
Regressão Quadrática	1	0,6765	0,6765	0,22	0,6511
Regressão Cúbica	1	0,5428	0,5428	0,17	0,6851
Resíduo	9	37,7350	3,1445		
TOTAL	15	183,8647			

Coefficiente de Variação = 6,75%.

Tabela 7. Índices de desempenho do tucunaré medidos entre 06 /08/97 a 01/09/97. Primeira biometria.

TRATAMENTOS	P. inicial parcela, g (06/08/97)	P. médio indiv., g (06/08/97)	Cons.acum.,g 6/8 a 01/09/97	C.A. 6/8 a 01/09/97)	Peso parcela, g (01/09/97)	P. médio indiv.g (01/09/97)	Ganho peso parcela, g 06/08 a 01/09	GPD/dia parcela, g (06/08 a 01/09)
Caixa01-T1	118.32	9.86	98.81	1.25	197.50	16.46	79.18	3.17
Caixa05-T1	121.23	10.10	93.40	1.33	191.50	15.96	70.27	2.81
Caixa12-T1	128.59	10.72	90.11	1.23	201.80	16.82	73.21	2.93
Caixa16-T1	119.70	9.98	87.45	1.21	192.20	16.02	72.50	2.90
Média	121.96	10.16	92.44	1.25	195.75	16.31	73.79	2.95
Caixa06-T2	128.72	10.73	66.94	1.42	165.00	15.00	47.20	1.89
Caixa08-T2	115.50	9.63	76.66	1.43	169.00	14.08	53.50	2.14
Caixa13-T2	115.15	9.60	77.48	1.56	164.90	13.74	49.75	1.99
Caixa15-T2	119.68	9.97	73.90	1.48	169.60	14.13	49.92	2.00
Média	119.76	9.98	73.75	1.47	167.13	14.24	50.09	2.00
Caixa03-T3	122.48	10.21	84.11	1.52	177.70	14.81	55.22	2.21
Caixa07-T3	120.02	10.00	79.38	1.50	173.00	14.42	52.98	2.12
Caixa10-T3	123.98	10.33	69.09	1.97	159.10	13.26	35.12	1.40
Caixa14-T3	114.26	9.52	79.10	1.60	163.60	13.63	49.34	1.97
Média	120.19	10.02	77.92	1.65	168.35	14.03	48.17	1.93
Caixa02-T4	125.77	10.48	74.60	1.94	164.20	13.68	38.43	1.54
Caixa04-T4	110.41	9.20	74.75	1.89	149.90	12.49	39.49	1.58
Caixa09-T4	117.10	9.76	64.05	2.90	139.20	11.60	22.10	0.88
Caixa11-T4	123.25	10.27	82.41	1.84	168.00	14.00	44.75	1.79
Média	119.13	9.93	73.95	2.14	155.33	12.94	36.19	1.45

Tabela 8. Índices de desempenho do tucunaré medidos entre 02/09/97 a 22/09/97. Segunda biometria.

TRATAMENTOS	Cons.acum.-g (02/09 a 22/09)	C.A 02/09 a 22/09	Peso parcela, g (22/09/97)	P. médio Indiv.g (22/09/97)	Ganho peso parcela, g 02/09 a 22/09	GPD/dia parcela, g 02/09 a 22/09
Caixa01-T1	95.32	1.38	266.50	22.21	69.00	3.45
Caixa05-T1	103.13	1.20	277.70	23.14	86.20	4.31
Caixa12-T1	107.70	1.15	295.60	24.63	93.80	4.69
Caixa16-T1	103.43	1.25	275.27	22.94	83.07	4.15
Média	102.40	1.24	278.77	23.23	83.02	4.15
Caixa06-T2	75.77	1.24	226.20	20.56	61.20	3.06
Caixa08-T2	86.59	1.20	241.10	20.09	72.10	3.61
Caixa13-T2	91.50	1.22	239.70	19.98	74.80	3.74
Caixa15-T2	90.22	1.15	247.95	20.66	78.35	3.92
Média	86.02	1.20	238.74	20.32	71.61	3.58
Caixa03-T3	87.75	1.33	243.60	20.30	65.90	3.30
Caixa07-T3	80.38	1.25	230.00	19.17	57.00	2.85
Caixa10-T3	75.33	1.40	212.80	17.73	53.70	2.69
Caixa14-T3	84.04	1.29	228.53	19.04	64.93	3.25
Média	81.88	1.32	228.73	19.06	60.38	3.02
Caixa02-T4	82.02	1.35	224.90	18.74	60.70	3.04
Caixa04-T4	80.30	1.56	201.50	16.79	51.60	2.58
Caixa09-T4	85.39	1.50	196.10	16.34	56.90	2.85
Caixa11-T4	81.83	1.49	223.00	18.58	55.00	2.75
Média	82.39	1.47	211.38	17.61	56.05	2.80

Tabela 9. Índices de desempenho do tucunaré medidos entre 23/09/97 a 11/10/97. Terceira biometria.

TRATAMENTOS	Cons.acum.,g	C.A.	Peso parcela, g	Peso médio	Ganho peso parcela, g	
	(23/09 a 10/10)	23/09 a 11/10/97)	(11/10/97)	Individual, g (11/10/97)	23/09 a 11/10 g	23/09 a 11/10
Caixa01-T1	91.87	1.17	344.85	28.74	78.35	4.12
Caixa05-T1	99.62	1.21	359.9	29.99	82.20	4.33
Caixa12-T1	111.23	1.02	405.17	33.76	109.57	5.77
Caixa16-T1	99.04	1.19	358.6	29.88	83.33	4.39
Média	100.44	1.15	367.13	30.59	88.36	4.65
Caixa06-T2	79.85	1.04	303.2	27.56	77.00	4.05
Caixa08-T2	84.99	1.02	324.1	27.01	83.00	4.37
Caixa13-T2	86.89	1.08	319.9	26.66	80.20	4.22
Caixa15-T2	84.91	1.05	328.9	27.41	80.95	4.26
Média	84.16	1.05	319.03	26.59	80.29	4.23
Caixa03-T3	92.5	1.13	325.2	27.10	81.60	4.29
Caixa07-T3	82.26	1.31	292.9	24.41	62.90	3.31
Caixa10-T3	70.14	1.30	266.7	22.23	53.90	2.84
Caixa14-T3	81.37	0.96	313.3	26.11	84.77	4.46
Média	81.57	1.18	299.53	24.96	70.79	3.73
Caixa02-T4	77.44	1.20	289.7	24.14	64.80	3.41
Caixa04-T4	67.23	1.38	250.2	20.85	48.70	2.56
Caixa09-T4	60.43	1.12	250.1	20.84	54.00	2.84
Caixa11-T4	73.38	1.23	282.9	23.58	59.90	3.15
Média	69.62	1.23	268.23	22.35	56.85	2.99

Tabela 10. Índices de desempenho do tucunaré medidos durante o período experimental (06/08/97 a 11/10/97). Dados acumulados.

TRATAMENTOS	Cons.acum.,g (06/08 a 10/10)	Ganho peso parcela, g 06/08 a 11/10	C.A 06/08 a 11/10	GPD/pelxe, g 06/08 a 11/10	Peso final, g (11/10/97)	P.F./pelxe, g (11/10/97)
Caixa01-T1	286.00	226.53	1.26	0.29	344.85	28.74
Caixa05-T1	296.15	238.67	1.24	0.31	359.9	29.99
Caixa12-T1	309.04	276.58	1.12	0.35	405.17	33.76
Caixa16-T1	289.92	238.90	1.21	0.31	358.6	29.88
Média	295.28	245.17	1.20	0.31	367.13	30.59
Caixa06-T2	222.56	174.48	1.28	0.24	303.2	27.56
Caixa08-T2	248.24	208.60	1.19	0.27	324.1	27.01
Caixa13-T2	255.87	204.75	1.25	0.26	319.9	26.66
Caixa15-T2	249.03	209.22	1.19	0.27	328.9	27.41
Média	243.93	199.26	1.22	0.26	319.03	26.59
Caixa03-T3	264.36	202.72	1.30	0.26	325.2	27.10
Caixa07-T3	242.02	172.88	1.40	0.22	292.9	24.41
Caixa10-T3	214.56	142.72	1.50	0.18	266.7	22.23
Caixa14-T3	244.51	199.04	1.23	0.26	313.3	26.11
Média	241.36	179.34	1.35	0.23	299.53	24.96
Caixa02-T4	234.06	163.93	1.43	0.21	289.7	24.14
Caixa04-T4	222.28	139.79	1.59	0.18	250.2	20.85
Caixa09-T4	209.87	133.00	1.58	0.17	250.1	20.84
Caixa11-T4	237.62	159.65	1.49	0.20	282.9	23.58
Média	225.96	149.09	1.52	0.19	268.23	22.35

Tabela 11. Composição Corporal dos peixes no início e final do experimento, com base na matéria original.

Tratamento	ÁGUA%	MM%	EE%	FB%	PB%
Inicial	76,63	3,24	4,10	0,80	8,08
T-01	72,13	4,92	5,32	0,62	13,85
T-02	71,28	4,52	7,05	0,65	11,99
T-03	71,23	4,44	9,24	0,74	11,27
T-04	70,93	3,44	8,60	0,91	9,55

Tabela 12. Valores de oxigênio dissolvido de todas as unidades experimentais medidos durante o período experimental.

CAIXAS																
	1-T1	2-T4	3-T3	4-T4	5-T1	6-T2	7-T3	8-T2	9-T4	10-T3	11-T4	12-T1	13-T2	14-T3	15-T2	16-T1
MANHÃ																
Média	6,1	6,1	6,3	6,5	6,4	6,6	6,6	6,8	6,7	7,0	6,6	6,4	6,3	6,5	6,7	6,4
Mínima	4,3	4,4	4,4	4,7	4,7	3,7	5,1	5,2	4,8	5,0	5,0	4,0	4,3	5,0	4,7	4,9
Máxima	7,8	7,7	7,9	7,9	7,9	8,0	8,0	8,1	8,2	8,1	7,9	8,0	7,9	7,9	8,0	8,7
TARDE																
Média	6,8	7,2	7,0	7,3	7,1	7,3	7,4	7,3	7,5	7,0	7,1	6,8	7,1	6,9	6,8	6,8
Mínima	5,2	6,0	5,8	6,2	5,8	6,3	6,2	6,1	6,1	6,1	6,0	5,7	5,9	5,9	5,4	5,6
Máxima	8,7	9,7	9,6	9,2	9,3	9,1	9,4	9,3	9,3	8,7	9,1	8,8	9,6	8,6	8,0	8,7

Tabela 13. Valores de temperatura de todas as unidades experimentais medidos durante o período experimental.

CAIXAS																
	1-T1	2-T4	3-T3	4-T4	5-T1	6-T2	7-T3	8-T2	9-T4	10-T3	11-T4	12-T1	13-T2	14-T3	15-T2	16-T1
MANHÃ																
Média	26,7	26,9	26,6	26,6	26,7	26,7	26,6	26,7	26,2	26,5	27,2	26,9	27,3	26,7	26,5	26,3
Mínima	23,7	24,2	23,7	24,0	23,8	23,9	24,0	24,3	23,6	23,8	24,0	23,8	24,0	24,1	23,8	23,4
Máxima	28,5	28,3	28,2	28,2	29,5	27,9	28,0	28,0	27,5	27,9	28,8	28,4	28,8	28,2	27,9	27,9
TARDE																
Média	28,0	28,5	28,4	27,8	28,4	28,4	27,9	28,6	28,7	28,7	29,2	28,9	29,2	28,6	28,3	28,2
Mínima	24,8	25,4	24,8	25,3	24,9	24,9	25,3	25,0	25,1	24,8	25,0	24,8	25,8	24,9	24,9	24,6
Máxima	30,9	30,8	30,9	30,8	31,0	30,8	31,0	31,3	31,3	31,2	31,7	31,4	31,5	31,1	30,6	30,5