



ADRIANO CARVALHO COSTA

**MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA
AVALIAÇÃO DE PESOS E RENDIMENTOS
CORPORAIS DE PACU *Piaractus mesopotamicus*
E TAMBAQUI *Colossoma macropomum***

LAVRAS – MG

2011

ADRIANO CARVALHO COSTA

**MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DE PESOS E
RENDIMENTOS CORPORAIS DE PACU *Piaractus mesopotamicus* E
TAMBAQUI *Colossoma macropomum***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

LAVRAS - MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Costa, Adriano Carvalho.

Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum* / Adriano Carvalho Costa. – Lavras : UFLA, 2011.

64 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

Bibliografia.

1. Peixes de água doce. 2. Avaliação de carcaça. 3. Análise de trilha. 4. Melhoramento animal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 639.3752

ADRIANO CARVALHO COSTA

**MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DE PESOS E
RENDIMENTOS CORPORAIS DE PACU *Piaractus mesopotamicus* E
TAMBAQUI *Colossoma macropomum***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 18 de fevereiro de 2011.

Dr. Daniel Okamura

UFLA

Prof. Dr. João Domingos Scalon

DEX/UFLA

Prof. Dr. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta

DCA/UFLA

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas
Orientador

LAVRAS - MG

2011

As minhas avós Aparecida Pereira de Rezende e
Terezinha Alves de Carvalho pelo exemplo de
vida e conselhos durante toda minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação de Zootecnia (DZO), pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela orientação e confiança durante todo o curso.

Ao professor Dr. João Domingos Scalon, pela orientação nas análises estatísticas.

Aos meus pais, Daniel Rezende Costa e Fátima Alves de Carvalho e Costa pela perseverança e determinação em tornar possíveis meus sonhos.

A minha namorada Mariane Helena Sances Rabelo pela amizade, carinho e apoio durante grande parte dessa etapa.

Ao professor Dr. Moacyr Serafini pela condução do experimento.

Aos amigos (as) Aline de Assis Lago, Antônio Silveira Gonçalves, Bruno Olivetti de Mattos, Carlos Cicinato Vieira Melo, Lucas Santos, Danielly Mesquita Figueiredo, Douglas Garcia Botelho, Ivan Bezerra Alaman, Juliana Ribeiro do Carmo, Lelis Pedro, Marcel Gomes Paixão, Rafael Vilhena Reis Neto e Renato Silva Leal pela amizade.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar através da correlação fenotípica, os efeitos diretos e indiretos das medidas e razões morfométricas sobre os pesos e rendimentos corporais de pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum*, determinando as medidas e razões morfométricas mais importantes, na determinação dos pesos e rendimentos corporais. Foram estocados 400 juvenis de cada uma das espécies, os quais foram estocados em dois tanques escavados, sendo um para cada espécie durante 196 dias. Os peixes foram alimentados com ração de 35% proteína bruta fornecida de acordo com a biomassa e fase de crescimento. A cada 28 dias foram realizadas amostragens de 20 peixes de cada espécie, os quais foram insensibilizados, submetidos à avaliação morfométrica e processados para obtenção dos pesos e rendimentos corporais. Para eliminar a multicolinearidade foi realizada regressão múltipla para os pesos e rendimentos corporais, por meio do procedimento “Stepwise” com a opção “backward”, incluindo as variáveis independentes com níveis toleráveis de correlação. Posteriormente, foram estimados os coeficientes de trilha com as variáveis morfométricas, que entraram em cada modelo. As medidas morfométricas podem ser utilizadas com grande precisão, para estimar os pesos corporais em pacu e tambaqui. No pacu, o comprimento padrão (CP) e largura corporal (LC) foram as medidas mais indicadas para determinação do rendimento de cabeça e rendimento de filé, respectivamente. Já no tambaqui o LC e a razão morfométrica comprimento de cabeça sobre o comprimento da padrão (CC/CP) são os mais indicados para determinação do rendimento de cabeça e rendimento de filé, respectivamente. Os rendimentos de carcaça, costela e resíduos não foram bem determinados pelas medidas e razões morfométricas utilizadas nas duas espécies.

Palavras-chave: Análise de trilha. Avaliação de carcaça. Melhoramento animal. Peixes.

ABSTRACT

The work was done with the aim to evaluate through the phenotypic correlation, the direct and indirect effects of the morphometric measures and ratios on the body weight and yield of pacu *Piaractus mesopotamicus* and tambaqui *Colossoma macropomum*, determining the more important morphometric measures and ratios in the determination of body weight and yield. 400 juveniles from each species were stocked in two ponds, being one for each specie during 196 days. The fish were fed ration with 35% crude protein supplied accordingly to the biomass and growth phase. Every 28 days, 20 fish from each species were sampled, which were stunned, submitted to morphometric evaluation and processed to obtain the body weight and yield. To eliminate the multicollinearity a multiple regression for the body weight and yield by the means of the stepwise procedure, with the backward option, including the independent variables with levels of correlation tolerance was done. After the coefficient path was estimated with the morphometric variables that entered each model. The morphometric measures can be used with great precision to estimate the body weight in Pacu and Tambaqui. In the Pacu specie the standard length (CP) and body width (LC) were the most appropriate measures to determine the head yield and fillet yield, respectively. But in the Tambaqui, the LC and the morphometric ratio head length over standard length are the most appropriate to determine the head and fillet yield, respectively. The carcass, ribs and residues yields weren't well determined by morphometric measures and ration used in both species.

Keywords: Animal breeding. Carcass evaluation. Fish. Path analysis.

LISTA DE ABREVIATURAS

CP	comprimento padrão
CC	comprimento de cabeça
AC	altura do corpo
LC	largura do corpo
CC/CP	comprimento da cabeça / comprimento padrão;
AC/CP	altura do corpo / comprimento padrão;
LC/CP	largura do corpo / comprimento padrão
CC/AC	comprimento da cabeça / altura do corpo
LC/CC	largura do / comprimento da cabeça
LC/AC	largura do corpo / altura do corpo

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Características das espécies	13
2.2	Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	13
2.3	Tambaqui <i>Collossoma macropumum</i>	15
2.4	Medidas morfométricas na avaliação de carcaças de peixes	16
2.5	Avaliação dos efeitos diretos e indiretos das medidas e razões morfométricas	18
3	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	22
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	26
	ARTIGO 1 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DOS PESOS E RENDIMENTOS CORPORAIS DO PACU	26
	ARTIGO 2 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE TAMBAQUI	47

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre os pesos e rendimentos corporais de peixes têm grande importância do ponto de vista econômico, pois através deles, pode se fazer uma estimativa da produtividade, tanto para o piscicultor como para a indústria de processamento de pescado.

Peixes com melhores características de carcaça, ou seja, com maiores rendimentos de carcaça ou de cortes nobres como o filé são mais apreciados e valorizados pelo consumidor. Entretanto, a seleção para estas características apresenta dificuldades, pois a mensuração direta envolve sacrifício do animal e perda de um potencial reprodutor dentro do plantel, eliminando-se a possibilidade de aproveitamento de suas características em programas de seleção.

Uma das formas indiretas de avaliação dos pesos e rendimentos do processamento sem a necessidade de abate dos animais é por meio de medidas e razões morfométricas. Esta metodologia vem sendo muito utilizada na estimativa dos pesos e rendimentos corporais de várias espécies de peixes por ser eficiente, barata e de fácil manipulação.

Os trabalhos realizados até o momento têm demonstrado que as medidas e razões morfométricas utilizadas na determinação dos pesos e rendimentos corporais podem variar dentro e, entre as espécies.

Para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) que são as principais espécies nativas, ainda não foram definidas as medidas e razões morfométricas possíveis de serem utilizadas para estimativa dos pesos e rendimentos corporais. Sendo assim, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar através da correlação fenotípica, os efeitos diretos e indiretos

das medidas e razões morfométricas sobre os pesos e rendimentos corporais de pacu e tambaqui, determinando as medidas e razões morfométricas mais importantes na determinação dos pesos e rendimentos de corporais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características das espécies

A piscicultura no Brasil é atualmente dominada por espécies exóticas com diversos avanços em sua tecnologia de produção (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, 2008). Por outro lado, estudos recentes sobre as espécies nativas vêm demonstrando seu alto potencial produtivo. Dentre as espécies nativas de grande de potencial destacam-se o pacu e o tambaqui, cujas características serão descritas a seguir.

2.2 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

O pacu, *Piaractus mesopotamicus*, também conhecido como pacu-caranha, caranha e pacu-guaçu, possui ampla distribuição geográfica na América do Sul, sendo encontrado desde a Bacia dos Rios Paraguai e Uruguai até a Bacia do Rio Prata (GODOY, 1975). Pertence à ordem Characiforme, família Characidae, Subfamília: Myleinae, Gênero: *Piaractusi* (Figura 1).



Figura 1 Pacu *Piaractus mesopotamicus*

No Brasil, o pacu é a quarta espécie mais produzida, ficando atrás de duas exóticas (Tilápia e Carpa) e uma nativa (Tambaqui) (IBAMA, 2008). É bastante cultivado nas regiões Sudeste e Centro Oeste do país, sendo considerada como uma das espécies de grande valor comercial para piscicultura nacional (RESENDE, 2003) e até internacional, por apresentar crescimento rápido, carne saborosa, alto rendimento de filé, adaptação à alimentação artificial, facilidade de manejo e resistência as variações ambientais (PULLELA, 1997; SERAFINI, 2010).

É uma espécie de grande porte, atingindo até 70 cm de comprimento, podendo pesar até 20 kg, sendo comum peixes de 8 kg no ambiente natural (NAKATANI et al., 2001). Atinge a maturidade sexual, geralmente, aos três anos ou a partir dos 35 cm do comprimento total (COSTA; MATEUS, 2009) e, a maturação dos ovos leva quatro meses para se completar. A desova ocorre após longa distância de migração percorrida, o que, geralmente acontece de outubro a fevereiro (DORIA; LIMA, 2008).

Apresenta corpo ovalado e robusto, com coloração, variando do castanho ao cinza escuro e ventre sempre mais claro (BRITSKI; SILIMON; LOPES, 2007). Possui uma denticção truncada adaptada para quebrar frutos e sementes, que são seus principais alimentos na fase adulta (RESENDE; PEREIRA; ALMEIDA, 1998). Entretanto por ser um animal de fácil adaptação, pode variar suas fontes alimentares de acordo com a sazonalidade. Folhas e resíduos vegetais são os principais alimentos encontrados no estômago do pacu. Raramente são encontrados restos de peixes, moluscos e crustáceos, comprovando sua preferência onívora (SILVA, 1985 apud FURLANETO et al., 2009).

2.3 Tambaqui *Colossoma macropomum*

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, conhecido com cachama (Venezuela), gamitama (Perú), e cachama-negra (Colômbia), está amplamente distribuído na parte tropical da América do Sul e na Amazônia Central (ARAÚJO-LIMA; GOMES, 2005). Pertence a ordem Characiforme, família: Characidae, Subfamília: Myleinae, Gênero: *Colossoma* (Figura 2).



Figura 2 Tambaqui *Colossoma macropomum*

No Brasil é a terceira espécie de água doce mais produzida e a primeira nativa (IBAMA, 2008), tornando-se desta forma o principal o peixe nativo produzido no Brasil. Sua produção está concentrada nas regiões norte, nordeste e centro-oeste do país.

É uma espécie de grande porte, podendo atingir até 90 cm de comprimento e pesar até 45 kg, sendo o segundo maior peixe de escama cultivado no país (KUBITZA, 2004). Sua maturidade sexual ocorre geralmente após o 4º ano de vida, sendo mais tardia, em regiões onde a temperatura média anual é mais a baixa (LIMA; BARBIERI; VERANI, 1984).

Possui hábito alimentar onívoro com tendência a herbívoro, (NUNES et al., 2006). Frutos e sementes são os principais alimentos consumidos pelo

tambaqui durante a época de enchente. Durante a época de escassez de alimento o zooplâncton torna-se o principal alimento do tambaqui (SILVA; PEREIRA-FILHO; OLIVEIRA-PEREIRA, 2000).

O tambaqui tem alto valor comercial no mercado nacional e internacional (ARAÚJO-LIM; GOULDING, 1998). Este fato se deve as várias características que a espécie apresenta como: carne de excelente qualidade; alto rendimento de filé; fácil manejo; domínio da produção de alevinos; rápido crescimento; alta resistência às elevadas temperaturas ao manuseio, às enfermidades e a baixos níveis de oxigênio dissolvido; e adapta-se às várias condições de criações (ALCÁNTARA et al., 2003; ARAÚJO-LIMA; GOMES, 2005; PORTO, 2005; SILVA et al., 1986).

2.4 Medidas morfométricas na avaliação de carcaças de peixes

Os estudos dos pesos e rendimentos corporais de peixes têm grande importância do ponto de vista econômico, pois, através deles, podem se fazer uma estimativa da produtividade, tanto para o piscicultor como para a indústria de processamento de pescado (SOUZA et al., 1999). Peixes com maiores rendimentos de carcaça e de cortes nobres como o filé, geralmente são mais valorizados pelo consumidor (CREPALDI et al., 2008). Entretanto, a seleção para pesos e rendimentos corporais apresentam dificuldades, uma vez que a mensuração direta envolve sacrifício do animal e perda de um potencial reprodutor dentro do plantel, eliminando-se a possibilidade de aproveitamento de suas características em programas de seleção (CREPALDI et al., 2008).

Uma das formas indiretas de caracterização da carcaça é por meio de medidas morfométricas, que pode ser um procedimento muito importante para estimar pesos e rendimentos corporais, sem a necessidade de abater o animal (DIODATTI, 2006).

A ultrasonografia é outra metodologia indireta de caracterização de carcaça de peixes, a qual demonstrou alta eficiência na determinação dos rendimentos de carcaça e filés de peixes (BOSWORTH; HOLLAND; BRAZIL, 2001; CREPALDI et al., 2008). Contudo, para a obtenção das medidas morfométricas necessita-se apenas de um ictiometro e um paquímetro, equipamentos mais baratos e de mais fácil manipulação quando comprado ao ultra-som.

Sang et al. (2009) relataram que as medidas corporais podem ser utilizadas na estimação dos pesos e rendimentos corporais do bagre (*Pangasianodon hypophthalmus*)

Nas linhagens de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) Chitralada e Supreme, o comprimento padrão e a largura do corpo medida à frente da circunferência anterior do pedúnculo são as medidas morfométricas mais importantes na determinação dos pesos corporais (DIODATTI, 2006).

Rocha, Ribeiro e Mizubuti (2003) e Barbosa et al. (2008) relataram que o peso da carcaça e do filé de linhagens de tilápias não citadas pelos autores podem ser estimados pelo comprimento, altura e largura do peixe.

Já para os rendimentos de carcaça e filé da mesma espécie, as razões LC/CP e AC/LC mostraram-se mais importante na determinação destes rendimentos (DIODATTI et al., 2008), onde:

LC = largura do corpo medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal;

CP = comprimento padrão;

AC = altura do corpo medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal;

Boscolo et al. (2001) afirmaram que as relações entre alturas e larguras são determinantes na caracterização da conformação do filé em tilápia, e que o aumento dessas relações contribui para formação de um corpo mais robusto.

Em piracanjuba *Brycon orbignyanus*, as medidas morfométricas CP, alturas do corpo tomada na região do 1º raio da nadadeira peitoral (AP) e no AC podem ser utilizadas como critério na avaliação da qualidade da carcaça e como critério de seleção em programas de melhoramento genético (FREATO, 2005).

Vilas Boas (2001) observou em matrinhã *Brycon cephalus*, que o perímetro corporal do peixe, na região do 1º raio da nadadeira dorsal é a medida mais importante na determinação dos pesos de carcaça, gordura celomática e filé com e sem pele. Entretanto, para a estimação dos rendimentos corporais, verificou que o perímetro corporal, medido na menor circunferência do pedúnculo caudal e a largura do corpo, medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal, foram as medidas determinantes dos rendimentos de filé, com e sem pele e de carcaça respectivamente.

Os trabalhos realizados até o momento demonstram que as medidas e razões morfométricas utilizadas na determinação dos pesos e rendimentos corporais podem variar entre as espécies e, dentro de uma mesma espécie. Estas diferenças podem ser devido ao fato das espécies possuírem formatos dos corpos diferentes, e dentro de uma mesma espécie, pode ser pelo fato das linhagens terem passado por programas de melhoramento com objetivos diferentes.

2.5 Avaliação dos efeitos diretos e indiretos das medidas e razões morfométricas

Uma das formas de se verificar as inter-relações entre caracteres, que é de grande importância no melhoramento é através da correlação (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

As correlações de pesos e rendimentos corporais com medidas e razões morfométricas têm sido objeto de estudo em vários trabalhos e com diversas espécies de peixes (DIODATTI et al., 2008; FREATO, 2005; VILAS BOAS,

2001). Entretanto, apesar de ser importante no entendimento da inter-relação entre variáveis, a estimação apenas da correlação não é suficiente, para determinar a importância relativa das influências diretas e indiretas de conjunto de variáveis sobre uma determinada variável dependente.

A análise de trilha ou “*Path analysis*” é um artifício que o melhorista dispõe, para entender as causas envolvidas nas associações entre caracteres e decompor a correlação em efeitos diretos e indiretos (CRUZ; CARNEIRO, 2003), através de uma variável dependente - como os pesos e rendimentos corporais em peixes – e as variáveis independentes, ou seja, as medidas e razões morfométricas. Para Schuster (1996) a análise de trilha reside basicamente na formulação do relacionamento causa-efeito entre as variáveis.

Segundo Loures et al. (2001), para interpretar a análise de trilha devem se considerar quatro situações:

- a) situação A: uma determinada variável independente (x) apresenta alto efeito direto e esta correlacionada, significativamente, com a variável dependente (y), indicando ser determinante da variação em y;
- b) situação B: a variável independente apresenta efeito direto elevado, mas pouca correlação com y, indicando que, uma análise com às demais variáveis independentes, pode resultar em grandes benefícios para efeito de estimativas, mas não deve ser utilizada isoladamente;
- c) situação C: a variável x apresenta correlação elevada com y, mas efeito direto reduzido, indicando que seus efeitos ocorrem, principalmente, indiretamente através de outras variáveis do modelo e seu uso é de pouca utilidade nas determinações dos efeitos das variáveis y;

- d) situação D: a variável x apresenta baixos valores, tanto do efeito direto, como para correlação com (y) , indicando ser de pouca utilidade para as estimativas.

Dados sobre as correlações e os efeitos diretos e indiretos das medidas morfométrica sobre as características de pesos e rendimentos corporais de peixes na literatura científica são escassos. Estes dados são importantes, pois, podem orientar o melhorista e a indústria de processamento sobre quais as medidas e razões morfométricas devem ser utilizadas para determinar os pesos e rendimentos corporais.

3 CONCLUSÃO

Os trabalhos realizados até o momento têm demonstrado que as medidas e razões morfométricas podem ser utilizadas na determinação dos pesos e rendimentos corporais de animais vivos. As medidas morfométricas têm sido mais eficientes na determinação de pesos corporais e as razões morfométricas são melhores na estimação dos rendimentos corporais. E ainda, as medidas e razões morfométricas utilizadas na determinação dos pesos e rendimentos corporais não são as mesmas entre as espécies e dentro de uma mesma espécie.

REFERÊNCIAS

- ALCÁNTARA, F. B. et al. Gamitana (*Colossoma macropomum*) and paco (*Piaractus brachypomus*) culture in floating cages in the Peruvian Amazon. **World Aquaculture Magazine**, Baton Rouge, v. 34, n. 4, p. 22-24, 2003.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2005. cap. 8, p. 175-202.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1998. 186 p.
- BARBOSA, A. C. B. et al. Desempenho e avaliação sensorial de duas linhagens de tilápia do Nilo. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 10, n. 1/2, p. 50-59, 2008.
- BOSCOLO, W. R. et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, set./out. 2001.
- BOSWORTH, B. G.; HOLLAND, M.; BRAZIL, B. L. Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish. **Jornal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 6, p. 1483-1490, June 2001.
- BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. Brasília: EMBRAPA Serviço de Produção de Informação, 2007. 227 p.
- COSTA, R. M. R.; MATEUS, L. A. F. Reproductive biology of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 447-458, Sept. 2009.

CREPALDI, D. V. et al. Rendimento de carcaça em surubim (*Pseudoplatystoma spp.*) avaliado por ultra-som. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 4, p. 813-824, out./dez. 2008.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 585 p.

DIODATTI, F. C. et al. Parâmetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia del nilo (*Oreochromis oreochromis*). **Anales de Veterinaria de Murcia**, Murcia, v. 24, p. 45-55, 2008.

DIODATTI, F. C. **Medidas morfométricas no peso e rendimento de componentes corporais de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

DORIA, C. R. C.; LIMA, M. A. L. A pesca do pacu (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) desembarcado no mercado pesqueiro de Porto Velho (Rondônia), no período de 1985-2004. **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 107-115, set. 2008.

FREATO, T. A. **Morfometria, rendimento no processamento e inter-relações na avaliação da carcaça de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849)**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

FURLANETO, F. P. B. et al. Eficiência econômica do bicultivo de peixes em viveiros escavados na região paulista do médio paranapanema. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 191-199, 2009.

GODOY, M. P. **Peixes do Brasil**: subordem Characoidei: bacia do rio Mogi-Guassu. Piracicaba: Franciscana, 1975. v. 4, 846 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da pesca 2006 Brasil**: grandes regiões e unidades da federação. Brasília, 2008. 174 p.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 82, p. 49-55, mar./abr. 2004.

LIMA, J. A. F.; BARBIERI, G.; VERANI, J. R. Período de reprodução, tamanho e idade da primeira maturação gonadal do pacu, *Colossoma mitrei*, em ambiente natural (Rio Cuiabá, Pantanal do Mato Grosso). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1984, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 1984. p. 477-497.

LOURES, B. T. R. R. et al. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

NAKATANI, K. et al. **Ovos e larvas de peixes de água doce**: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eduem, 2001. 378 p.

NUNES, E. S. et al. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 139-143, jan. 2006.

PORTO, M. S. A. **Indicadores de estresse em peixes da Amazônia**: sensibilidade em face do tipo de estressor. 2005. 38 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

PULLELA, S. V. S. **Aquaculture of Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and a comparison of its quality**: microbiological, sensory and proximate composition Blacksburg. 1997. 191 p. Dissertation (Master of Science Food Science and Technology) - Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 1997.

RESENDE, E. K.; PEREIRA, R. A. C.; ALMEIDA, V. L. L. **Peixes herbívoros da planície inundável do rio Miranda**. Pantanal: EMPRAPA, 1998. 24 p. (EMPRAPA-CPAP. Boletim de pesquisa, 10).

RESENDE, E. K. Migratory fishes of the Paraguay-Paraná Basin excluding the upper Paraná River. In: CAROLSFELD, J. et al. (Ed.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation states**. Victoria: World Bank, 2003. chap. 3, p. 99-155.

ROCHA, M. A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. Relações entre as características de crescimento na tilápia (*Oreochromis nilotica*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p.119-122, jan./jun. 2003.

SANG, N. V. et al. Prediction of fillet weight, fillet yield, and fillet fat for live river catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 288, n. 3/4, p. 166-171, Mar. 2009.

SCHUSTER, I. **Correlações, coeficientes de trilha, composição de gluteninas e qualidade do trigo para panificação**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 98 p.

SERAFINI, M. A. **Cruzamento dialéctico interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***. 2010. 68 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SILVA, J. A. M. da; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. de. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) natural food. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 4, p. 599-605, Nov. 2000.

SILVA, J. W. B. et al. Resultados de um ensaio sobre o cultivo do híbrido do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a piraptinga *C. brachypomum* Cuvier, 1918, realizado no centro de pesquisa ictiológico "Rodolpho Von Ihring" (Pentecostes, Ceará, Brasil). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 17, n. 2, p. 7-18, dez. 1986.

SOUZA, M. L. R. et al. Estudo da carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 637-644, ago. 1999.

VILAS BOAS, G. C. **Morfometria, rendimento do processamento e composição química do filé de matrinhã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869)**. 2001. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DOS PESOS E RENDIMENTOS CORPORAIS DO PACU

Artigo redigido conforme as normas do periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira (Versão Preliminar)

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar através da correlação fenotípica, os efeitos diretos e indiretos das medidas e razões morfométricas sobre os pesos e rendimentos corporais de pacu *Piaractus mesopotamicus*, determinando as medidas e razões morfométricas mais importantes na determinação dos pesos e rendimentos corporais. Foram estocados 400 juvenis de pacu, em um tanque escavado (66m²) durante 196 dias, os quais foram alimentados com ração de 35% proteína bruta fornecida de acordo com a biomassa e fase de criação. A cada 28 dias foram realizadas amostragens de 20 peixes, os quais foram insensibilizados, submetidos à avaliação morfométrica e dissecados para obtenção dos pesos e rendimentos corporais. Para eliminar a multicolinearidade foi realizada regressão múltipla para os pesos e rendimentos corporais por meio do procedimento “Stepwise” com a opção “backward” incluindo as variáveis independentes com níveis toleráveis de correlação. Posteriormente, foram estimados os coeficientes de trilha com as variáveis morfométricas que entraram em cada modelo. As medidas morfométricas podem ser utilizadas com grande precisão para estimar os pesos corporais do pacu. A altura do corpo (AC) é a medida que pode ser utilizada com maior precisão para estimar os pesos da carcaça, filé e costela. O comprimento padrão (CP) e largura corporal (LC) podem usados para determinação do rendimento de cabeça e rendimento de filé respectivamente. Já os rendimentos de carcaça, costela e resíduos não foram bem determinados pelas medidas e razões morfométricas utilizadas.

Palavras-chave: Análise de trilha. Avaliação de carcaça. Melhoramento animal. *Piaractus mesopotamicus*.

Morphometric measures on the body weight and yield of pacu evaluation

ABSTRACT

The work was done with the aim to evaluate through the phenotypic correlation, the direct and indirect effects of the morphometric measures and ratios on the body weight and yield of pacu *Piaractus mesopotamicus*, determining the more important morphometric measures and ratios in the determination of body weight and yield. 400 juveniles of pacu were stocked, in ponds (66m²), for 196 days, the fish were fed ration with 35% crude protein supplied accordingly to the biomass and growth phase. Every 28 days, 20 fish were sampled, which were stunned, submitted to morphometric evaluation and processed to obtain the body weight and yield. To eliminate the multicollinearity, a multiple regression for the body weight and yield through the stepwise procedure, with the backward option, including the independent variables with levels of correlation tolerance was done. Later the coefficient path was estimated with the morphometric variables that entered each model. The morphometric measures can be used with great precision to estimate the body weight in Pacu. The standard length (CP) and body width (LC) were the most appropriate measures to determine the head yield and fillet yield, respectively. The carcass, ribs and residues yields weren't well determined by morphometric measures and ration used.

Keywords: Animal breeding. Carcass evaluation. Path analysis. *Piaractus mesopotamicus*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, nos últimos dez anos, a intensificação do cultivo de espécies nativas tropicas tem sido crescente, principalmente em peixes que apresentam um grande potencial para a produção, como o pacu, por possuir carne com excelente sabor, alto rendimento de filé (45%), baixa exigência quanto à qualidade de água, facilidade de adaptação ao cultivo, resistência a patógenos e, além de ser uma das espécies mais apreciadas na pesca esportiva (Abimorad e Carneiro, 2004; Jomori et al., 2008; Signor et al., 2010).

Os estudos dos pesos e rendimentos corporais de peixes têm grande importância do ponto de vista econômico, pois, através deles, pode-se fazer uma estimativa da produtividade, tanto para o piscicultor como para a indústria de processamento de pescado (Souza et al., 1999). Peixes com maiores rendimentos de carcaça e de cortes nobres como o filé e, menores rendimentos de cabeça e resíduo (espinha), geralmente, são mais valorizados pelo consumidor (Crepaldi et al., 2008). Entretanto, as seleções para pesos e rendimentos corporais apresentam dificuldades, uma vez que a mensuração direta envolve sacrifício do animal e perda de um potencial reprodutor dentro do plantel, eliminando-se a possibilidade de aproveitamento de suas características em programas de seleção (Crepaldi et al., 2008).

Uma das formas indiretas de caracterização da carcaça é por meio de medidas morfométricas, um procedimento muito importante, para estimar pesos e rendimentos corporais, sem a necessidade de abater o animal (Diodatti, 2006).

A ultrasonografia é outra metodologia indireta de caracterização da carcaça de peixes, que se mostra eficiente na determinação dos rendimentos de carcaça e filés (Bosworth et al., 2001; Crepaldi et al., 2008). Contudo, para a obtenção das medidas morfométricas necessita-se apenas de um ictiômetro e um

paquímetro, que são equipamentos mais baratos e de mais fácil manipulação, quando comparado ao ultra-som.

A correlação é uma das formas de se verificar o inter-relacionamento entre caracteres, de relevância no melhoramento animal. Correlações entre os pesos e rendimentos corporais com as medidas morfométricas, têm sido objeto de estudo de vários trabalhos em diversas espécies de peixes (Vilas boas, 2001; Freato, 2005 e Diodatti et al., 2008). Apesar da utilidade dessas estimativas, no entendimento de um carácter complexo como os pesos e rendimentos corporais, elas não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas desses caracteres que compõem os pesos e rendimentos corporais.

A análise de trilha ou “Path analysis” é um artifício de que o melhorista dispõe, para decompor a correlação existente em efeitos diretos e indiretos (Cruz e Carneiro, 2003), através de uma variável básica (dependente) - como os pesos e rendimentos corporais em peixes – e as variáveis explicativas (independentes), ou seja, as medidas morfométricas, possibilitando uma melhor compreensão das causas envolvidas nas associações entre tais caracteres.

Dados sobre os efeitos diretos e indiretos das medidas morfométricas sobre as características de pesos e rendimentos corporais de peixes na literatura científica são escassos. Sendo assim, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar através da correlação fenotípica, os efeitos diretos e indiretos existentes das medidas e razões morfométricas sobre os pesos e rendimentos corporais de pacu, determinando as medidas e razões morfométricas mais importantes na determinação dos pesos e rendimentos de corporais.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e período experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura da Escola Agrotécnica Federal de Colatina – ES (EAFCOL), situada a 17 Km de Colatina, durante um período de 196 dias.

Material biológico, instalações e manejo

Para obtenção dos juvenis de pacu, foram utilizados três machos e três fêmeas de pacu do plantel de reprodutores do Setor de Piscicultura da Escola Agrotécnica Federal de Colatina, os quais foram acasalados aleatoriamente, por meio de estímulo hormonal, conforme proposto por Ihering, 1935.

Iniciou-se o experimento com 400 juvenis provenientes desta reprodução com peso médio de 66,18g (\pm 13,49g), que foram cultivados em um viveiro de terra de 66 m² (6m x 11m) durante o período experimental.

Neste período, os peixes foram alimentados com ração comercial extrusada com 35% de proteína bruta, e fornecida de acordo com a biomassa e fase de criação. Após os 196 dias de cultivo, os peixes estavam com peso médio de 867,88g (\pm 95,34 gramas).

Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados da seguinte forma: temperatura medida diariamente no início e no final do dia por meio de um “termômetro de mercúrio”; o oxigênio foi medido semanalmente, utilizando “medidor de oxigênio dissolvido digital HI 98186”; o pH foi aferido semanalmente, com auxílio de um peagmetro.

A cada 28 dias, foram feitas amostragens de 20 peixes, os quais foram avaliados, após um jejum de 24 horas. Os peixes foram insensibilizados através

da secção da medula, conforme proposto por Pedrazzani, 2007. Esta foi realizada com uso de uma faca inox de 20 cm de comprimento, a qual foi introduzida por um dos opérculos do peixe na posição de 30°, até atingir a medula realizando-se imediatamente a secção da mesma. Em seguida, os peixes foram submetidos à avaliação morfométrica e processados para obtenção dos pesos e rendimentos corporais.

Avaliação morfométrica

As medidas métricas (cm) avaliadas no Pacu estão ilustradas na Figura 1.

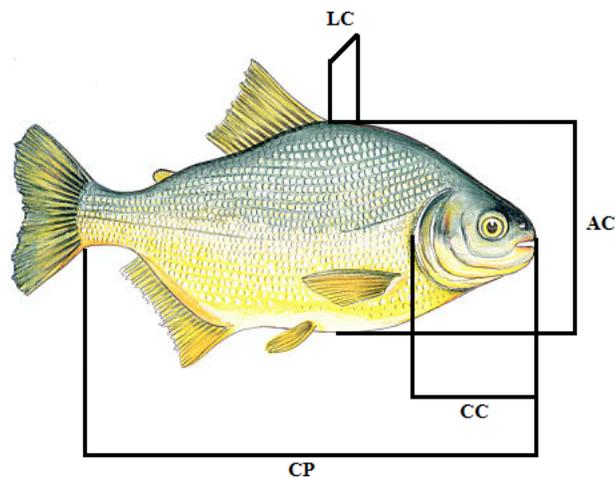


Figura 1 Medidas morfométricas realizadas no Pacu

Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal); comprimento de cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo; altura do corpo medida à frente do 1º raio

das nadadeiras dorsal (AC); largura do corpo tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal (LC);

O comprimento padrão foi medido através de um ictiômetro e as demais medidas foram realizadas com auxílio de um paquímetro graduado em milímetros (mm).

Como complementação, foram calculadas as seguintes razões morfométricas:

CC/CP = comprimento da cabeça / comprimento padrão

AC/CP = altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento padrão

LC/CP = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento padrão

CC/AC = comprimento da cabeça / altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal

LC/CC = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento da cabeça

LC/AC = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal

Avaliação dos pesos e rendimentos corporais

Para obtenção dos pesos e rendimentos corporais, os peixes sacrificados foram eviscerados, pesando-se a carcaça (peixe eviscerado) e peixe inteiro, em seguida a pele foi retirada, juntamente com as escamas, com auxílio de um alicate, no sentido crânio-caudal. Após a retirada da pele, seccionou-se por meio de cortes na linha após a extremidade caudal do opérculo, separando a cabeça do tronco. Com o uso de uma faca de filetagem, separou-se da espinha dorsal

(resíduo) o filé com costelas, sendo, posteriormente, os filés separados das costelas e pesados os produtos gerados, para obtenção dos pesos e rendimentos de cada parte.

O rendimento de cada produto foi calculado como porcentagem do peso de abate (peixe inteiro), obtendo os seguintes rendimentos:

%CAR (porcentagem da carcaça = peso da carcaça / peso de abate)

%CAB (porcentagem de cabeça = peso da cabeça / peso de abate)

%FILÉ (porcentagem de filé = peso do filé / peso de abate)

%COST (porcentagem de costela = peso da costela / peso de abate)

%RESID (porcentagem de resíduo = peso do resíduo / peso de abate)

Análise estatística

Para este estudo, os pesos das partes corporais e os rendimentos corporais foram considerados como variáveis dependentes, as medidas e asrazões morfométricas como variáveis independentes.

Foi realizada regressão linear múltipla, para os pesos e rendimentos corporais, utilizando procedimento “Stepwise” com a opção “backward”, para eliminar a multicolinearidade (Coimbra et al., 2005; Charnet, et al., 2008; Chagas, 2010).

As correlações fenotípicas entre as variáveis dependentes e as independentes foram calculadas por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson e, posteriormente, aplicou-se o teste de “Student” para verificar a significância das correlações (Charnet, et al., 2008). Em seguida, as correlações obtidas foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos por meio de análise de trilha (Cruz & Carneiro, 2003) e as contribuições direta e indireta de cada

variável quantificada percentualmente. As análises estatísticas foram realizadas, utilizando o programa computacional R Development Core Team (2010).

Para interpretação dos resultados foram considerados os critérios adaptados de Loures et al., (2001), com quatro situações possíveis: a) uma determinada variável independente (x) apresenta alto efeito direto e alta correlação (coeficiente de trilha e de correlação acima de 70% respectivamente), com a variável dependente (y), indicando ser determinante na variação em y; b) a variável independente apresenta efeito direto elevado (coeficiente de trilha acima de 70%), mas pouca correlação ($r < 0,70$) com y, indicando que, em uma análise com as demais variáveis independentes, pode resultar em grandes benefícios para efeito de estimativas, mas não deve ser utilizada isoladamente; c) a variável x apresenta correlação elevada ($r > 0,70$) com y, mas efeito direto reduzido (coeficiente de trilha abaixo de 70%), indicando que seus efeitos ocorrem, principalmente, indiretamente através de outras variáveis do modelo e seu uso é de pouca utilidade nas determinações dos efeitos das variáveis independentes sobre y; d) a variável independente apresenta baixos valores tanto do efeito direto (abaixo de 70%), como para correlação ($r < 0,70$) com y, indicando ser de pouca utilidade para as estimativas.

RESULTADOS

Durante o período experimental, as médias (desvio padrão) de temperaturas mínima e máxima da água variavam em torno de 25,26 ($\pm 1,00$) °C a 28,80 ($\pm 1,08$) °C respectivamente. O valor médio (desvio padrão) de oxigênio dissolvido foi de 4,33 ($\pm 0,45$) mg/L e 6,89($\pm 0,16$) de pH. Os parâmetros físico-químicos da água estão dentro dos limites recomendados para o bom desempenho de peixes (Kubitza, 2003).

Pela decomposição do coeficiente de correlação do peso da carcaça, em efeitos diretos e indiretos, observaram-se que as variáveis CC, AC, LC, CC/CP, CC/AC e LC/CC apresentaram baixos efeitos diretos, sendo positivo para CC, AC, LC, CC/AC e LC/CC e, negativo, para CC/CP. A correlação entre o peso da carcaça foi alta e significativa para todas estas variáveis, sendo positiva CC, AC, LC e LC/CC e, negativa, para as demais variáveis. Já a razão morfométrica LC/AC possui baixo efeito direto negativo e correlação baixa positiva (Tabela 1).

Para a estimativa do peso da cabeça, observou-se que o CP apresentou alto efeito direto positivo e correlação positiva significativa. A razão LC/CP apresentou alto efeito direto, positivo e baixa correlação positiva significativa. As medidas morfométricas AC e LC apresentaram baixos efeitos diretos, sendo negativo para AC e positivo para LC, também correlação positiva alta significativa. As razões morfométricas CC/AC, LC/CC e LC/AC possuem baixo efeito direto negativo e baixa correlação, sendo negativa apenas para CC/AC (Tabela 1).

Já para o peso do filé, as medidas morfométricas CC, AC e LC e as razões CC/AC e LC/CC apresentaram baixos efeitos diretos e correlação alta significativa. As razões morfométricas AC/CP, LC/CP e LC/AC apresentam baixo efeito direto e baixa correlação para as duas últimas razões e não significativa para AC/CP (Tabela 2).

A razão morfométrica CC/AC apresentou alto efeito direto negativo e alta correlação negativa significativa, como o peso da costela. As medidas morfométricas CC, AC e LC apresentam alta correlação positiva e baixo efeito direto com o peso da costela, sendo negativo para AC e LC e positivo para CC. Já as razões CC/CP e LC/CC possuem baixos efeitos diretos e correlação baixa com o peso da costela (Tabela 2).

As variáveis CP, CC e LC possuem correlações positivas significativas com o peso do resíduo e baixos efeitos diretos, sendo negativo, apenas, para o LC. As razões morfométricas CC/CP, AC/CP, LC/CP e CC/AC apresentaram baixos efeitos diretos e correlações baixas com o peso do resíduo (Tabela 2).

Para os rendimentos de carcaça, filé e resíduo, as medidas e razões morfométricas apresentaram baixos efeitos diretos e baixas correlações com os rendimentos estudados. A razão morfométrica AC/CP foi a variável que apresentou maiores valores para o efeito direto e correlação com o rendimento de carcaça, sendo ambos negativos. Para os rendimentos de filé e resíduo a medida morfométrica LC foi a variável que apresentou maiores valores de efeito direto e correlação, com valores negativos para o rendimento de resíduo e positivo para o rendimento de filé (Tabelas 3 e 4).

O CP possui alto efeito direto e correlação com o rendimento da cabeça, sendo ambos negativos. Já, LC, LC/CP, CC/AC, LC/CC e LC/AC não possuem influência no rendimento de cabeça, pois apresentam baixos efeitos diretos e correlações (Tabela 3).

Na determinação do rendimento de costela, a variável CC apresentou alto efeito direto negativo e baixa correlação negativa significativa. A razão morfométrica LC/CP possui baixo efeito direto e correlação (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Os resultados apresentados mostraram que as medidas morfométricas podem ser utilizadas com grande precisão, para estimar os pesos corporais e rendimentos de cabeça e filé de pacu. A medida morfométrica a ser utilizada vai depender do componente corporal que se deseja avaliar, ou seja, para cada componente corporal houve uma medida que apresentou maior influência direta em sua estimação.

Se a intenção for selecionar pacus com maiores pesos de carcaça a medida morfométrica AC é a mais indicada, portanto, peixes mais altos devem ser selecionados. Já quando o objetivo for selecionar peixes com maiores rendimentos de filé, os peixes com maiores LC deverão ser selecionados. Isso pode ser explicado pelo fato do pacu possuir altura (AC) e largura (LC) corporal numa maior proporção, em relação ao comprimento padrão (CP), que as outras espécies, característica de peixes redondos (Serafini, 2010). Desta forma, o pacu possui uma grande concentração de massa corporal localizada na projeção do primeiro raio da nadadeira dorsal, local este, onde são medidas a altura e largura corporal e possui grande parte de carcaça, costela e filé.

Os resultados obtidos neste trabalho foram divergentes aos encontrados com piracanjubas (Freato et al., 2008), onde peixes com formato mais próximo de um torpedo, ou seja, mais compridos e roliços, apresentam maiores rendimentos de filé e carcaça. Diodatti et al., (2008) observaram nas linhagens de tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* Supreme e Tailandesa, que o comprimento padrão foi a variável mais importante na determinação dos pesos corporais. Essas diferenças podem ser explicadas pelo fato do pacu, piracanjuba e destas linhagens de tilápia apresentarem formatos dos corpos diferentes, pois as razões entre alturas e larguras corporais com o comprimento padrão dessas espécies diferem. A piracanjuba e a tilápia possuem menores razões AC/CP e LC/CP (Freato, 2005), desta forma seu peso corporal é distribuído mais uniformemente pelo corpo, não havendo, portanto, concentração de massa corporal no centro como ocorre no pacu.

No entanto, Barbosa et al., (2008) relataram que o peso da carcaça e do filé de duas linhagens de tilápias, não citadas, podem ser estimados pelo comprimento, altura e largura do peixe. Assim, os trabalhos encontrados na literatura demonstram resultados divergentes, com relação à importância das medidas na definição dos pesos de componentes corporais, mesmo em peixes da

mesma espécie. Estas diferenças podem ser explicadas, pelo fato de serem linhagens diferentes e terem passado por programas de melhoramento com objetivos diferentes.

Sang et al., (2009) observaram que as medidas corporais também foram eficazes na estimação de pesos e rendimentos corporais em bagre *Pangasianodon hypophthalmus*, pois os bagres, geralmente, também apresentam alta razão LC/CP, justificando desta forma, a semelhança dos resultados encontrados com espécie estudada no presente trabalho.

Em relação ao peso da costela, que é um corte nobre do pacu com valor comercial superior à carcaça e ao filé, peixes com menor razão CC/AC, devem ser selecionados, isto se deve ao fato de pacus mais pesados possuírem menores CC e maiores AC e rendimentos de costela (Serafini, 2010).

Se o objetivo for identificar peixes com menores rendimentos de cabeça, que é desejável pela indústria de processamento, pois peixes com menores rendimentos de cabeça possuem menores rendimentos de filé (Serafini, 2010), o CP é a medida a ser utilizada, devendo, portanto, serem selecionados peixes com maiores CP. Isto pode ser explicado pelo fato do pacu apresentar crescimento heterogônico negativo, para o peso da cabeça e heterogônico positivo para o peso do filé. Assim, o peso da cabeça cresce em menor proporção, em relação ao peso corporal e o filé em maior proporção (Serafini, 2010).

Para os rendimentos de carcaça, costela e resíduo, as medidas e razões morfométricas utilizadas não são indicadas para estimar os mesmos. Podendo ser um indicativo que exista uma ou mais variáveis não mensuradas, que, também, podem influenciar os rendimentos estudados, ou que os valores dessas variáveis dependem mais da eficiência do processamento do que das características intrínsecas à matéria prima, como a forma do corpo e suas relações. Resultados semelhantes foram observados por Freato (2005), avaliando os rendimentos corporais em piracanjuba

CONCLUSÃO

As medidas morfométricas podem ser utilizadas com grande precisão para estimar os pesos corporais. A AC é a medida que pode ser utilizada com maior precisão, para estimar os pesos da carcaça, filé e costela. Em relação aos rendimentos corporais, o CP e LC são os mais indicados para determinação do rendimento de cabeça e rendimento de filé respectivamente.

Já os rendimentos de carcaça, costela e resíduos não foram bem determinados pelas medidas e razões morfométricas utilizadas. Sugere-se que em próximos estudos, sejam avaliados os efeitos diretos e indiretos de outras medidas e razões morfométricas sobre os rendimentos carcaça, costela e resíduo, com intuito de verificar se existem outras variáveis, que podem ser utilizadas com precisão na estimação destes rendimentos.

REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E.G. e CARNEIRO, D.J.. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.5, p.1101-1109. 2004

BARBOSA, A.C.B.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; AFFONSO, P.R.A.M., CARNEIRO, J.C.S.; ROCHA, L.G.; CARNEIRO, J.D.S. Desempenho e Avaliação Sensorial de Duas Linhagens de Tilápia do Nilo. **Revista Científica de Produção Animal**., v.10, n.1, p.50 - 59, 2008.

BOSWORTH B. G., HOLLAND, M., BRAZIL, B. L. Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish. **Jornal of Animal Science**. v.79, p.1483-1490, 2001.

CHAGAS, M.M. **ANÁLISE DA RELAÇÃO CAUSAL ENTRE IMAGEM DE DESTINOS, QUALIDADE, SATISFAÇÃO E FIDELIDADE: Um estudo de acordo com a percepção do turista nacional no destino turístico Natal**. 2010. 238p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

CHARNET, R.; LUNA, C.A.L.; CHARNET, E.M.R.; BONVINO, H. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. 2ª ed. Editora da UNICAMP, 2008. 356p.

COIMBRA J.L.M.; BENIN, G.; VIEIRA, E.A.; OLIVEIRA A.C.; CARVALHO, F.I.F.; GUIDOLIN, A.F.; SOARES, A.P. Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p. 347-352, 2005.

CREPALDI, D.V.; TEIXEIRA, E.A.; FARIA, P. M.C; RIBEIRO, L.P.; MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; TURRA, E.M.; QUEIROZ, B.M. Rendimento de carcaça em surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) avaliado por ultra-som. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p.813-824, 2008.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 585p.

DIODATTI, F.C. Medidas morfométricas no peso e rendimento de componentes corporais de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

DIODATTI, F.C.; FREITAS, R.T.F.; FREATO, T.A.; RIBEIRO, P.A.P.; MURGAS, L.D.S. Parámetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia del nilo (*Oreochromis oreochromis*). **Anales de Veterinaria de Murcia**, v. 24, p. 45-55, 2008.

FREATO, T.A. **Morfometria, rendimento no processamento e inter-relações na avaliação da carcaça de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849)**. 2005. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

IHERING, RV. Die wirkung von Hypophyseinjektion auf den Laichakt von Fischen. **Zool Anz**, v.111, p.273-279,1935.

JOMORI, R.K.; C. DUCATTI; D.J. CARNEIRO AND M.C. PORTELLA. Stable carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes as natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) larval tissue. **Aquaculture Research**. v.39, p.370-381, 2008.

LOURES, B.T.R.R.; RIBEIRO, R.P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H.L.M.; SUSSEL, F.R.; POVH, J. A.; CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí: Gráfica Editora Degaspari, 2003. 229p.

R Development Core Team (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

PEDRAZANI, A. S. **Reconhecimento da sciência e proposta de método alternativo de abate**. 2007. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SANG, N. V., THOMASSEN M., KLEMETSDAL, G., GJØEN, H. M. Prediction of fillet weight, fillet yield, and fillet fat for live river catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). **Aquaculture**, v. 288, p. 166-171, 2009.

SERAFINI, M.A. **Cruzamento dialélico interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***. 2010. 68p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SIGNOR, A. A., BOSCOLO, W. R., FEIDEN, A., BITTENCOURT, F., COLDEBELLA A., REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2336-2341, 2010

SOUZA M. L. R.; LIMA, S.; FURUYA, W. M.; PINTO, A. A.; LOURES, B. T. R. R.; POVH, J. A. Estudo da carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 637-644, 1999.

VILAS BOAS, G.C. **Morfometria, rendimento do processamento e composição química do filé de matrinhã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869)**. 2001. 59p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TABELAS

Tabela 1 Valores dos efeitos diretos e indiretos do comprimento de padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC), largura do corpo (LC), comprimento da cabeça / comprimento padrão (CC/CP), largura do corpo/comprimento padrão (LC/CP), comprimento da cabeça / altura do corpo (CC/AC), largura do corpo / comprimento da cabeça (LC/CC) e largura do corpo / altura do corpo (LC/AC) sobre os pesos de carcaça, cabeça e filé do pacu

VARIÁVEIS	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Peso de carcaça					
CC	0,3031	36,52	0,5269	63,48	0,8300**
AC	0,4581	47,22	0,5119	52,78	0,9700**
LC	0,1828	20,77	0,6972	79,23	0,8800**
CC/CP	-0,3373	46,20	-0,3927	53,80	0,7300**
CC/AC	0,3372	23,84	-1,0772	76,16	0,7400**
LC/CC	0,3198	45,69	0,3802	54,31	0,7000**
LC/AC	-0,2949	30,41	0,6749	69,59	0,3800**
Peso de cabeça					
CP	0,8460	89,05	0,1040	10,95	0,9500**
AC	-1,2823	36,38	2,2423	63,62	0,9600**
LC	2,0853	63,76	-1,1853	36,24	0,9000**
LC/CP	0,3938	78,77	0,1062	21,23	0,5000**
CC/AC	-0,2225	34,22	-0,4275	65,78	-0,6500**
LC/CC	-0,5953	31,82	1,2753	68,18	0,6800**
LC/AC	-0,9308	39,92	1,4008	60,08	0,4700**

ns, °, * e ** (não significativo, significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Tabela 2 Valores dos efeitos diretos e indiretos do comprimento de padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC), largura do corpo (LC), comprimento da cabeça / comprimento padrão (CC/CP), altura do corpo / comprimento padrão (AC/CP), largura do corpo / comprimento padrão (LC/CP), comprimento da cabeça / altura do corpo (CC/AC), largura do corpo / comprimento da cabeça (LC/CC) e largura do corpo / altura do corpo (LC/AC) sobre os rendimentos de filé, costela e resíduo do pacu

Variáveis	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Peso de filé					
CC	-0,7609	32,49	1,5809	67,51	0,8200**
AC	1,9868	65,71	-1,0368	34,29	0,9500**
LC	0,4017	45,14	0,4883	54,86	0,8900**
AC/CP	-0,0702	31,86	0,1502	68,14	0,0800ns
LC/CP	-0,3120	30,17	0,7220	69,83	0,4100**
CC/AC	0,8388	34,55	-1,5888	65,45	-0,7500**
LC/CC	0,0448	6,22	0,6752	93,78	0,7200**
LC/AC	0,1492	36,38	0,2608	63,62	0,4100**
Peso de costela					
CC	2,0664	61,82	-1,2764	38,18	0,7900**
AC	-0,7343	30,24	1,6943	69,76	0,9600**
LC	-1,7828	40,10	2,6628	59,90	0,8800**
CC/CP	-0,4621	67,95	-0,2179	32,05	-0,6800**
CC/AC	-0,5383	76,90	-0,1617	23,10	-0,7000**
LC/CC	1,2598	68,48	-0,5798	31,52	0,6800**
Peso de resíduo					
CP	1,9457	65,26	-1,0357	34,74	0,9100**
CC	0,0782	10,86	0,6418	89,14	0,7200**
LC	-1,5276	40,25	2,2676	59,75	0,7400**
CC/CP	1,2907	39,45	-1,9807	60,55	-0,6900**
AC/CP	-0,4988	48,54	0,5288	51,46	0,0300ns
LC/CP	0,5688	63,37	-0,3288	36,63	0,2400**
CC/AC	-1,3776	66,07	0,7076	33,93	-0,6700**

ns, °, * e ** (não significativo, significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Tabela 3 Valores dos efeitos diretos e indiretos do comprimento de padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), largura do corpo (LC), comprimento da cabeça / comprimento padrão (CC/CP), altura do corpo / comprimento padrão (AC/CP), largura do corpo / comprimento padrão (LC/CP), comprimento da cabeça / altura do corpo (CC/AC), largura do corpo / comprimento da cabeça (LC/CC) e largura do corpo / altura do corpo (LC/AC) sobre os rendimentos de carcaça, cabeça, filé e costela do pacu

Variáveis	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Rendimento de carcaça					
CP	-0,8498	88,56	1,5006	50,85	0,0500ns
LC	0,5028	30,55	-1,1384	48,51	0,0700ns
LC/CP	0,1487	26,21	0,3587	35,61	-0,2900**
CC/AC	-0,5829	31,93	-0,7461	45,43	0,1500°
LC/CC	-1,4571	63,51	-2,9168	51,05	-0,1200ns
LC/AC	0,5265	38,91	1,8717	48,83	-0,0900ns
Rendimento de cabeça					
CP	-0,8498	88,56	0,1098	11,44	-0,7400**
LC	0,5028	30,55	-1,1428	69,45	-0,6400**
LC/CP	0,1487	26,21	-0,4187	73,79	-0,2700*
CC/AC	-0,5829	31,93	1,2429	68,07	0,6600**
LC/CC	-1,4571	63,51	0,8371	36,49	-0,6200**
LC/AC	0,5265	38,91	-0,8265	61,09	-0,3000**
Rendimento de filé					
CC	-0,9502	38,94	1,4902	61,06	0,5400**
LC	2,7680	56,31	-2,1480	43,69	0,6200**
CC/CP	0,7944	39,16	-1,2344	60,84	-0,4400**
AC/CP	-0,0980	62,82	0,0580	37,18	-0,0400ns
LC/CP	-1,1785	43,86	1,5085	56,14	0,3300**
Rendimento de costela					
CC	-0,2241	80,56	0,0541	19,44	-0,1700°
LC/CP	0,1319	58,94	-0,0919	41,06	0,0400°

ns, °, * e ** (não significativo, significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Tabela 4 Valores dos efeitos diretos e indiretos do comprimento de padrão (CP), largura do corpo (LC), comprimento da cabeça / comprimento padrão (CC/CP), altura do corpo / comprimento padrão (AC/CP), comprimento da cabeça / altura do corpo (CC/AC) e largura do corpo / comprimento da cabeça (LC/CC) sobre o rendimento de resíduo do pacu

Variáveis	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Rendimento de resíduo					
CP	1,8969	49,74	-1,9169	50,26	-0,0200ns
LC	-2,5219	51,85	2,3419	48,15	-0,1800*
CC/CP	-2,0210	50,75	1,9610	49,25	-0,0600ns
AC/CP	1,1512	47,52	-1,2712	52,48	-0,1200ns
CC/AC	2,9346	50,00	-2,9346	50,00	0,0000ns
LC/CC	1,3336	47,00	-1,5036	53,00	-0,1700°

ns, °, * e ** (não significativo, significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

ARTIGO 2 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE TAMBAQUI

Artigo redigido conforme as normas do periódico Pesquisa Agropecuária
Brasileira (Versão Preliminar)

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar através da correlação fenotípica, os efeitos diretos e indiretos das medidas e razões morfométricas sobre os pesos e rendimentos corporais de tambaqui *Colossoma macropomum*, determinando as medidas e razões morfométricas mais importantes na determinação dos pesos e rendimentos corporais. Foram estocados 400 juvenis de tambaqui em um tanque escavado (66m²), durante 196 dias, os quais foram alimentados com ração de 35% proteína bruta fornecida de acordo com a biomassa e fase de criação. A cada 28 dias foram realizadas amostragens de 20 peixes, os quais foram insensibilizados, submetidos à avaliação morfométrica e dissecados, para obtenção dos pesos e rendimentos corporais. Para eliminar a multicolinearidade foi realizada regressão múltipla para os pesos e rendimentos corporais, por meio do procedimento “Stepwise” com a opção “backward”, incluindo as variáveis independentes com níveis toleráveis de correlação. Posteriormente, foram estimados os coeficientes de trilha com as variáveis morfométricas que entraram em cada modelo. As medidas morfométricas podem ser utilizadas com grande precisão, para estimar os pesos corporais do tambaqui. A largura corporal (LC) e o comprimento da cabeça sobre o comprimento padrão são as medidas mais indicadas para determinação do rendimento de cabeça e filé respectivamente. Já os rendimentos de carcaça, costela e resíduos não foram bem determinados pelas medidas e razões morfométricas utilizadas.

Palavras-chave: Análise de trilha. Avaliação de carcaça. *Colossoma macropomum*. Melhoramento animal.

Morphometric measures on the body weight and yield of tambaqui evaluation

ABSTRACT

The work was done with the aim to evaluate through the phenotypic correlation, the direct and indirect effects of the morphometric measures and ratios on the body weight and yield of tambaqui *Colossoma macropomum*, determining the more important morphometric measures and ratios in the determination of body weight and yield. 400 juveniles of tambaqui were stocked in ponds (66m²), for 196 days, the fish were fed ration with 35% crude protein supplied accordingly to the biomass and growth phase. Every 28 days, 20 fish were sampled, which were stunned, submitted to morphometric evaluation and processed to obtain the body weight and yield. To eliminate the multicollinearity a multiple regression for the body weight and yield by the means of the stepwise procedure, with the backward option, including the independent variables with levels of correlation tolerance was done. After the coefficient path was estimated with the morphometric variables that entered each model. The morphometric measures can be used with great precision to estimate the body weight in tambaqui. The body length (LC) and the head length over standard length are the most appropriate to determine the head and fillet yield, respectively. The carcass, ribs and residues yields weren't well determined by morphometric measures and ration used.

Keywords: Animal breeding. Carcass evaluation. *Colossoma macropomum*. Path analysis.

INTRODUÇÃO

Em várias espécies de peixes, as medidas e razões morfométricas, por serem metodologicamente baratas e de fáceis mensurações, têm sido estudadas como medidas auxiliares na avaliação de peso e rendimentos corporais, sem a necessidade do abate do animal (Vilas Boas, 2001; Freato, 2005 e Diodatti et al., 2008). Entretanto, os trabalhos realizados até o momento utilizaram apenas análises de correlação simples, para definir quais medidas e razões morfométricas seriam suficientes para a avaliação dos pesos e rendimentos corporais.

O estudo das correlações entre caracteres tem aplicações em praticamente todos os campos de pesquisa. A correlação simples permite apenas avaliar a magnitude e o sentido da associação entre dois caracteres, sem fornecer informações necessárias relativas aos efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres, em relação a uma variável dependente de maior importância (Cruz e Carneiro, 2003). A análise de trilha permite o estudo dos efeitos de várias variáveis explicativas (independentes) sobre uma variável básica (dependente), cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são primeiramente padronizadas (Cruz e Carneiro, 2003).

Esse tipo de análise é útil na verificação de relações diretas e indiretas entre variáveis, podendo seu uso ser extrapolado para várias áreas de investigação, além do melhoramento genético, indicando o tipo e o grau de relação entre variáveis. A análise de trilha, também pode ser aplicada como método de identificação das variáveis menos explicativas do comportamento da variável dependente principal e, assim, eliminá-la do estudo (Cruz & Carneiro, 2003).

Dados sobre os efeitos diretos e indiretos das medidas morfométrica sobre as características de pesos e rendimentos corporais de peixes, são escassos

na literatura científica. Essa escassez se dá, principalmente, para as espécies nativas com grande potencial produtivo, como o tambaqui, que, atualmente, é a espécie nativa mais cultivada no país (Ibama, 2008). Portanto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar, através da correlação fenotípica, os efeitos diretos e indiretos existentes, das medidas e razões morfométricas, sobre os pesos e rendimentos corporais do tambaqui, determinando as medidas e razões morfométricas mais importantes, na determinação dos pesos e rendimentos de carcaça.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e período experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura da Escola Agrotécnica Federal de Colatina – ES (EAFCOL), situada a 17 Km de Colatina, durante um período de 196 dias.

Material biológico, instalações e manejo

Para obtenção dos juvenis de tambaqui, foram utilizados três machos e três fêmeas de tambaqui, do plantel de reprodutores do Setor de Piscicultura da Escola Agrotécnica Federal de Colatina, os quais foram acasalados aleatoriamente, por meio de estímulo hormonal, conforme proposto por Ihering, 1935.

Iniciou-se o experimento com 400 juvenis de tambaqui provenientes desta reprodução, com peso médio de 54,59g (\pm 11,38g), que foram cultivados em um viveiro de terra de 66 m² (6m x 11m), durante o período experimental.

Durante o período experimental, os peixes foram alimentados com ração comercial extrusada, com 35% de proteína bruta e fornecida de acordo com a biomassa e fase de criação. Após os 196 dias de cultivo, os peixes estavam com peso médio de 1069,48g (\pm 151,51g).

Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados da seguinte forma: temperatura medida diariamente, no início e no final do dia, por meio de um “termômetro de mercúrio”; o oxigênio foi medido semanalmente, utilizando “medidor de oxigênio dissolvido digital HI 98186”; o pH foi aferido semanalmente com auxílio de um peagmetro.

A cada 28 dias, foram feitas amostragens de 20 peixes, os quais foram avaliados após um jejum de 24 horas. Os peixes foram insensibilizados através da secção da medula, conforme proposto por Pedrazzani, 2007. A secção da medula foi realizada com uso de uma faca nox de 20 cm de comprimento, a qual foi introduzida por um dos opérculos do peixe, na posição de 30°, até atingir a medula, realizando-se, imediatamente, a secção da mesma. Em seguida, os peixes foram submetidos à avaliação morfométrica e processados, para obtenção dos pesos e rendimentos corporais.

Avaliação morfométrica

As medidas métricas (cm) avaliadas no Tambaqui estão ilustradas na Figura 1.

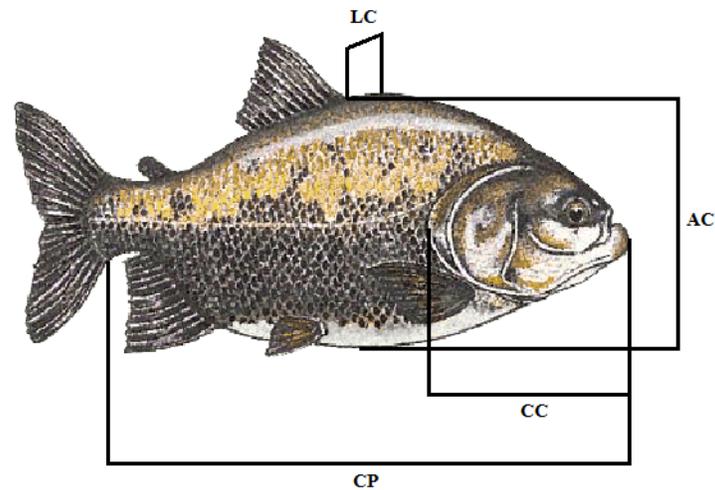


Figura 1 Medidas morfométricas realizadas no Tambaqui

Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal); comprimento de cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo; altura do corpo medida à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal (AC); largura do corpo tomada na região do 1º raio das nadadeiras dorsal (LC);

O comprimento padrão foi medido através de um ictiômetro e as demais medidas foram realizadas com auxílio de um paquímetro graduado em milímetros (mm).

Como complementação, foram calculadas as seguintes razões morfométricas:

CC/CP = comprimento da cabeça / comprimento padrão;

AC/CP = altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento padrão;

LC/CP = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento padrão

CC/AC = comprimento da cabeça / altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal

LC/CC = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento da cabeça

LC/AC = largura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal

Avaliação dos pesos e rendimentos corporais

Para obtenção dos pesos e rendimentos corporais, os peixes sacrificados foram eviscerados, pesando-se a carcaça (peixe eviscerado) e peixe inteiro, em seguida, a pele foi retirada juntamente com as escamas, com auxílio de um alicate, no sentido crânio-caudal. Após a retirada da pele, seccionou-se, por meio de cortes na linha após a extremidade caudal do opérculo, separando a cabeça do tronco. Com o uso de uma faca de filetagem, separou-se da espinha dorsal (resíduo) o filé com costelas, sendo, posteriormente, os filés separados das costelas e pesados os produtos gerados, para obtenção dos pesos e rendimentos de cada parte.

O rendimento de cada produto foi calculado, como porcentagem do peso de abate (peixe inteiro), obtendo os seguintes rendimentos:

$\%CAR$ (porcentagem da carcaça = peso da carcaça / peso de abate)

$\%CAB$ (porcentagem de cabeça = peso da cabeça / peso de abate)

$\%FILÉ$ (porcentagem de filé = peso do filé / peso de abate)

$\%COST$ (porcentagem de costela = peso da costela / peso de abate)

$\%RESID$ (porcentagem de resíduo = peso do resíduo / peso de abate)

Análise estatística

Para este estudo, os pesos das partes corporais e os rendimentos corporais foram considerados como variáveis dependentes e, as medidas e razões morfométricas como variáveis independentes.

Foi realizada regressão linear múltipla, para os pesos e rendimentos corporais, utilizando procedimento “Stepwise” com a opção “backward”, para eliminar a multicolinearidade (Coimbra et al., 2005; Charnet, et al., 2008; Chagas, 2010).

As correlações fenotípicas entre as variáveis dependentes e as independentes foram calculadas por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson e, posteriormente, aplicou-se o teste de “Student”, para verificar a significância das correlações (Charnet, et al., 2008). Em seguida, as correlações obtidas foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos, por meio de análise de trilha (Cruz & Carneiro, 2003) e a contribuição direta e indireta de cada variável quantificada percentualmente. As análises estatísticas foram realizadas, utilizando o programa computacional R Development Core Team (2010).

Para interpretação dos resultados foram considerados os critérios adaptados de Loures et al., (2001), com quatro situações possíveis: a) uma determinada variável independente (x) apresenta alto efeito direto e alta correlação (coeficiente de trilha e de correlação acima de 70% respectivamente) com a variável dependente (y), indicando ser determinante na variação em y; b) a variável independente apresenta efeito direto elevado (coeficiente de trilha acima de 70%), mas pouca correlação ($r < 0,70$) com y, indicando que em análise com as demais variáveis independentes, pode resultar em grandes benefícios para efeito de estimativas, mas não deve ser utilizada isoladamente; c) a variável x apresenta correlação elevada ($r > 0,70$) com y, mas efeito direto reduzido (coeficiente de trilha abaixo de 70%), indicando que seus efeitos

ocorrem, indiretamente, através de outras variáveis do modelo e seu uso é de pouca utilidade nas determinações dos efeitos das variáveis independentes sobre y; d) a variável independente apresenta baixos valores, tanto do efeito direto (abaixo de 70%), como para correlação ($r < 0,70$) com y, indicando ser de pouca utilidade para as estimativas.

RESULTADOS

Durante o período experimental, as médias (desvio padrão) de temperaturas mínimas e máximas da água variavam em torno de 25,26 ($\pm 1,00$) °C a 28,80 ($\pm 1,08$) °C respectivamente. Os valores médios (desvio padrão) de oxigênio dissolvido foi de 4,33 ($\pm 0,45$) mg/L e 6,89($\pm 0,16$) de pH. Os parâmetros físico-químicos da água estão dentro dos limites recomendados para o bom desempenho de peixes (Kubitza, 2003).

Pela decomposição do coeficiente de correlação do peso da carcaça em efeitos diretos e indiretos, foram observadas que as medidas morfométricas CP e AC possuem alto efeito direto positivo e correlação positiva significativa com esta variável. As medidas morfométricas CC e LC, por sua vez, apresentaram altas correlações positivas significativas com o peso da carcaça e baixos efeitos diretos negativos. Já as razões morfométricas CC/CP, LC/CP, LC/CC AC/CP, e LC/AC possuem baixos efeitos diretos e baixas correlações com o peso da carcaça (Tabela 1) .

Para o peso da cabeça observou-se que a medida morfométrica LC possui alto efeito direto positivo e correlação positiva significativa. A razão morfométrica CC/CP apresentou alto efeito direto e baixa correlação com o peso da cabeça, sendo ambas negativas. As medidas CC e AC possuem baixos efeitos diretos positivos e altas correlações positivas significativas com o peso da

cabeça e as razões morfométricas AC/CP, LC/CP, CC/AC, LC/CC possuem baixos efeitos diretos e correlações com o peso da cabeça (Tabela 1).

Em relação ao peso de filé, a medida morfométrica CC apresentou alto efeito direto positivo e correlação positiva significativa. A razão morfométrica AC/CP apresentou alto efeito direto e baixa correlação negativa significativa com o peso do filé, sendo ambas negativas. As medidas morfométricas AC e LC apresentaram baixos efeitos diretos, sendo negativo para AC e positivo para LC e correlações positivas significativas com o peso do filé. As razões morfométricas CC/AC e LC/CC possuem baixos efeitos diretos e correlações com o peso do filé (Tabela 2).

A medida morfométrica AC apresentou alto efeito direto e correlação significativa com o peso da costela, sendo ambos positivos. A razão morfométrica AC/CP apresentou alto efeito direto negativo e baixa correlação negativa significativa com o peso da costela (Tabela 2).

Para peso do resíduo, observou-se que a medida morfométrica CP possui alto efeito direto positivo e correlação positiva significativa. A medida morfométrica CC apresentou baixo efeito direto negativo e correlação positiva significativa com o peso resíduo. Já as razões morfométricas LC/CP, CC/AC, LC/CC e LC/AC apresentaram baixos efeitos diretos e correlações com o peso do resíduo (Tabela 2).

Os rendimentos de carcaça, cabeça, costela e resíduo apresentaram baixas correlações e efeitos diretos com as medidas e razões morfométricas. A medida morfométrica CP foi a que apresentou maiores valores de correlação e efeito direto com o rendimento de carcaça, sendo ambos positivos. A razão morfométrica CC/AC foi a que apresentou maiores valores de efeito direto e correlação com o peso da cabeça. Para os rendimentos de costela e resíduo as razões morfométricas LC/CC e LC/CP apresentaram maiores valores para o

efeito direto e correlação, respectivamente, com valores negativos para o efeito direto e para correlação (Tabelas 3 e 4).

Já para o rendimento de filé, a medida morfométrica LC apresentou alto efeito direto positivo e baixa correlação positiva significativa. Já as medidas morfométricas CP e CC e as razões morfométricas LC/CP e LC/CC apresentam baixa correlação e baixos efeitos diretos com o rendimento de filé (Tabela 3).

DISCUSSÃO

As medidas morfométricas podem ser utilizadas com maior precisão para estimar os pesos corporais e os rendimentos de carcaça e filé de tambaqui, que as razões morfométricas. As medidas morfométricas a serem utilizadas vão depender das variáveis que estão sendo avaliadas, ou seja, para cada variável estudada houve uma medida ou razão morfométrica, que apresentou maior influência em sua estimação. Freato (2005) e Diodatti (2008) observaram que as medidas morfométricas também podem ser utilizadas na estimação dos pesos corporais de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e tilápias (*Oreochromis niloticus*) respectivamente. Isso pode ser explicado pelo fato do aumento dos pesos corporais ocorrerem em todos os sentidos, ou seja, largura, altura e comprimento do peixe. Logo peixes mais altos, largos e compridos possuem maiores pesos corporais.

Se o objetivo for identificar peixes com menores rendimentos de cabeça, a razão morfométrica CC/CP é a mais indicada, sendo que, quanto maior for essa razão, maior será o rendimento de cabeça. Freato (2005) observou resultados semelhantes em piracanjuba. Esta relação é maior na fase inicial dos peixes, ou seja, quando os peixes possuem menores pesos corporais. Isto pode ser explicado pelo fato do tambaqui apresentar crescimento heterogônico negativo para o peso da cabeça, heterogônico positivo para o peso do filé e

isogônico para o peso da costela (Serafini, 2010). Assim o peso da cabeça cresce em menor proporção, em relação ao peso corporal, o filé em maior proporção e a costela na mesma proporção (Serafini, 2010). Portanto, a medida que o peixe vai crescendo, essa razão vai diminuindo, e reduzindo o rendimento de CC, pois o CC cresce em menor proporção que o CP.

Para o rendimento de filé, o LC mostrou ser a medida mais indicada para a determinação deste rendimento, sendo que quanto maior o LC, maior o rendimento de file. Isto pode ser explicado pelo fato do tambaqui possuir LC numa maior proporção, em relação ao comprimento padrão (CP), que as outras espécies, característica de peixes redondos (Serafini, 2011). Desta forma, o tambaqui possui uma grande concentração de massa corporal localizada na projeção do primeiro raio da nadadeira dorsal, local onde foi medida sua lagura corporal.

Para os rendimentos de carcaça, costela e resíduo, as medidas e razões morfométricas utilizadas não são indicadas para estimar os mesmos. Resultados semelhantes foram observados por Freato (2005), avaliando os rendimentos corporais em piracanjuba. Podendo ser um indicativo que exista uma ou mais medidas ou razões morfométricas não mensuradas, que também podem influenciar os rendimentos estudados ou que os valores dessas variáveis dependem mais da eficiência do processamento do que das características intrínsecas à matéria prima, como a forma do corpo e suas relações.

CONCLUSÃO

As medidas morfométricas podem ser utilizadas com grande precisão para estimar os pesos corporais de tambaqui. Em relação aos rendimentos

corporais, o LC e a razão morfométrica CC/CP são os mais indicados para determinação do rendimento de cabeça e rendimento de filé respectivamente.

Já os rendimentos de carcaça, costela e resíduos não foram bem determinados pelas medidas e razões morfométricas utilizadas. Sugere-se que em próximos estudos, sejam avaliados os efeitos diretos e indiretos de outras medidas e razões morfométricas sobre os rendimentos carcaça, costela e resíduo, com intuito de verificar se existem outras variáveis, que podem ser utilizadas com precisão na estimação destes rendimentos.

REFERÊNCIAS

CHAGAS, M.M. **ANÁLISE DA RELAÇÃO CAUSAL ENTRE IMAGEM DE DESTINOS, QUALIDADE, SATISFAÇÃO E FIDELIDADE: Um estudo de acordo com a percepção do turista nacional no destino turístico Natal**. 2010. 238p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

CHARNET, R.; LUNA, C.A.L.; CHARNET, E.M.R.; BONVINO, H. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. 2ª ed. Editora da UNICAMP, 2008. 356p.

COIMBRA J.L.M.; BENIN, G.; VIEIRA, E.A.; OLIVEIRA A.C.; CARVALHO, F.I.F.; GUIDOLIN, A.F.; SOARES, A.P. Conseqüências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p. 347-352, 2005.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 585p.

DIODATTI, F.C.; FREITAS, R.T.F.; FREATO, T.A.; RIBEIRO, P.A.P.; MURGAS, L.D.S. Parámetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia del nilo (*Oreochromis Oreochromis*). **Anales de Veterinaria de Murcia**, v. 24, p. 45-55, 2008.

FREATO, T.A. **Morfometria, rendimento no processamento e inter-relações na avaliação da carcaça de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849)**. 2005. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

IBAMA. **Estatística da pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2008. 174 p.

IHERING, RV. Die wirkung von Hypophyseinjektion auf den Laichakt von Fischen. **Zool Anz**, v.111, p.273-279,1935.

LOURES, B.T.R.R.; RIBEIRO, R.P.; VARGAS, L.; MOREIRA, H.L.M.; SUSSEL, F.R.; POVH, J. A.; CAVICHIOLO, F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí: Gráfica Editora Degaspari, 2003. 229p.

PEDRAZANI, A. S. **Reconhecimento da sciência e proposta de método alternativo de abate**. 2007. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

R Development Core Team (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

SERAFINI, M.A. **Cruzamento dialélico interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***. 2010. 68p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VILAS BOAS, G.C. **Morfometria, rendimento do processamento e composição química do filé de matrinhã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869)**. 2001. 59p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TABELAS

Tabela 1 Valores dos efeitos diretos e indiretos do comprimento de padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC), largura do corpo (LC), comprimento da cabeça / comprimento padrão (CC/CP), altura do corpo / comprimento padrão (AC/CP), largura do corpo / comprimento padrão (LC/CP), comprimento da cabeça / altura do corpo (CC/AC), largura do corpo / comprimento da cabeça (LC/CC) e largura do corpo / altura do corpo (LC/AC) sobre os pesos de carcaça e cabeça do tambaqui

VARIÁVEIS	DIRETO		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Peso de carcaça					
CP	1,1014	90,07	-0,1214	9,93	0,9800**
CC	-1,1290	35,64	2,0390	64,36	0,9100**
AC	1,4862	73,49	-0,5362	26,51	0,9500**
LC	-0,4585	27,84	1,1885	72,16	0,7300**
CC/CP	1,0969	40,87	-1,5869	59,13	-0,4900**
AC/CP	-1,1625	56,57	0,8925	43,43	-0,2700**
LC/CP	1,1777	50,86	-1,1377	49,14	0,0400ns
LC/CC	1,1048	56,67	-0,8448	43,33	0,2600**
LC/AC	-1,8233	48,15	1,9633	51,85	0,1400°
Peso de cabeça					
CC	0,1866	20,07	0,7434	79,93	0,9300**
AC	0,0102	1,07	0,9398	98,93	0,9500**
LC	1,1262	74,96	-0,3762	25,04	0,7500**
CC/CP	-0,3435	81,78	-0,0765	18,22	-0,4200**
AC/CP	0,2377	33,70	-0,4677	66,30	-0,2300**
LC/CP	-0,3448	44,80	0,4248	55,20	0,0800ns
CC/AC	0,1522	26,97	-0,4122	73,03	-0,2600**
LC/CC	-0,3892	37,48	0,6492	62,52	0,2600**

ns, °, * e ** (não significativo, significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Tabela 2 Valores dos efeitos diretos e indiretos do comprimento de padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC), largura do corpo (LC), altura do corpo / comprimento padrão (AC/CP), largura do corpo / comprimento padrão (LC/CP), comprimento da cabeça / altura do corpo (CC/AC), largura do corpo / comprimento da cabeça (LC/CC) e largura do corpo / altura do corpo (LC/AC) sobre os pesos de filé, costela e resíduo do tambaqui

VARIÁVEIS	DIRETO		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Peso de filé					
CC	0,7601	84,46	0,1399	15,54	0,9000**
AC	-0,9617	33,47	1,9117	66,53	0,9500**
LC	1,5168	67,01	-0,7468	32,99	0,7700**
AC/CP	-0,2310	95,45	0,0110	4,55	-0,2200*
CC/AC	-0,8194	63,09	0,4794	36,91	-0,3400**
LC/CC	-0,9673	43,29	1,2673	56,71	0,3000**
Peso de costela					
AC	0,9446	99,52	-0,0046	0,48	0,9200***
AC/CP	-0,2289	92,38	0,0189	7,62	-0,2300*
Peso de resíduo					
CP	0,9042	96,19	0,0358	3,81	0,9400**
CC	-0,0160	1,93	0,8160	98,07	0,8000**
LC/CP	-0,2952	55,66	0,2352	44,34	-0,0600ns
CC/AC	0,6096	40,13	-0,9096	59,87	-0,3000**
LC/CC	1,5686	53,40	-1,3686	46,60	0,2000*
LC/AC	-1,2730	48,48	1,3530	51,52	0,0800ns

ns, °, * e ** (não significativo, significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Tabela 3 Valores dos efeitos diretos e indiretos do comprimento de padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC), largura do corpo (LC), comprimento da cabeça / comprimento padrão (CC/CP), largura do corpo / comprimento padrão (LC/CP), comprimento da cabeça / altura do corpo (CC/AC), largura do corpo / comprimento da cabeça (LC/CC) e largura do corpo / altura do corpo (LC/AC) sobre os rendimentos de carcaça, cabeça, filé, costela e resíduo do tambaqui

Variáveis	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Rendimento de carcaça					
CP	1,5153	56,53	-1,1653	43,47	0,3500**
A2	-2,4078	48,39	2,7314	51,61	0,1700°
L2	2,0158	50,00	-2,0158	50,00	0,0000*
LC/AC	-1,6025	53,33	1,4025	46,67	-0,2000*
Rendimento de cabeça					
AC	1,6722	42,72	-2,2422	57,28	-0,5700**
LC	-2,9950	52,64	2,6950	47,36	-0,3000**
CC/CP	0,3328	61,62	0,2072	38,38	0,5400**
CC/AC	1,0529	64,37	-0,5829	35,63	0,4700**
LC/CC	2,2152	48,79	-2,3252	51,21	-0,1100ns
Rendimento de filé					
CP	-0,9991	43,10	1,3191	56,90	0,3200**
CC	0,7943	61,17	-0,5043	38,83	0,2900**
LC	0,4393	93,74	-0,0293	6,26	0,4100**
LC/CP	-1,3566	46,41	1,5666	53,59	0,2100*
LC/CC	1,2640	56,99	-0,9540	43,01	0,3100**

ns, °, * e ** (não significativo, significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Tabela 4 Valores dos efeitos diretos e indiretos do comprimento de padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC), largura do corpo (LC), comprimento da cabeça / comprimento padrão (CC/CP), altura do corpo / comprimento padrão (AC/CP), largura do corpo / comprimento padrão (LC/CP), largura do corpo / comprimento da cabeça (LC/CC) e largura do corpo / altura do corpo (LC/AC) sobre os pesos de carcaça, cabeça, filé, costela e resíduo do tambaqui

Variáveis	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Rendimento de costela					
CC	-1,1653	50,00	1,1653	50,00	0,0000ns
LC	1,8515	48,43	-1,9715	51,57	-0,1200ns
CC/CP	-0,3040	57,58	0,2240	42,42	-0,0800ns
AC/CP	0,1862	45,15	-0,2262	54,85	-0,0400ns
LC/CC	-1,7458	52,24	1,5958	47,76	-0,1500°
LC/AC	0,2307	35,42	-0,4207	64,58	-0,1900*
Rendimento de resíduo					
CP	0,9930	59,60	-0,6730	40,40	0,3200**
AC	-0,7878	46,19	0,9178	53,81	0,1300ns
LC/CP	-0,8033	64,96	0,4333	35,04	-0,3700**
LC/AC	0,5429	42,89	-0,7229	57,11	-0,1800*

ns, °, * e ** (não significativo, significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).