



CARLOS CICINATO VIEIRA MELO

**EFEITOS DIRETOS E INDIRETOS DAS
MEDIDAS E RAZÕES MORFOMÉTRICAS
SOBRE OS RENDIMENTOS CORPORAIS DA
TILAPIA NILO *Oreochromis niloticus***

LAVRAS – MG

2012

CARLOS CICINATO VIEIRA MELO

**EFEITOS DIRETOS E INDIRETOS DAS MEDIDAS E RAZÕES
MORFOMÉTRICAS SOBRE OS RENDIMENTOS CORPORAIS DA
TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus***

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

Orientador

Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

LAVRAS - MG

2012

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

Melo, Carlos Cicinato Vieira.

Efeitos diretos e indiretos das medidas e razões morfométricas sobre os rendimentos corporais de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) / Carlos Cicinato Vieira Melo. – Lavras : UFLA, 2012.
45 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.
Orientador: Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.
Bibliografia.

1. Análise em trilha. 2. Avaliação de carcaça. 3. Melhoramento animal. 4. Morfometria. 5. Peixe. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD – 639.3758

CARLOS CICINATO VIEIRA MELO

**EFEITOS DIRETOS E INDIRETOS DAS MEDIDAS E RAZÕES
MORFOMÉTRICAS SOBRE OS RENDIMENTOS CORPORAIS DA
TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus***

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

APROVADA em 27 de fevereiro de 2012.

Dr. Thiago Archangelo Freato

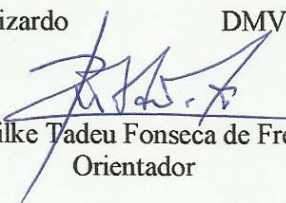
EPAMIG

Dr. Priscila Vieira e Rosa

DZO/UFLA

Dra. Viviane de Oliveira Felizardo

DMV/UFLA



Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas
Orientador

LAVRAS - MG

2012

Dedico a Deus, pela vida.

AGRADECIMENTOS

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

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

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

À minha avó Maria Adir de Almeida Melo, pelo exemplo de vida, carinho, preocupação e conselhos durante toda minha vida.

À minha mãe Maria de Lourdes Vieira Melo, razão da minha existência que sempre foi para exemplo de amor e ao meu pai Luis Carlos Vieira Melo, sempre perseverante e cheio de esperança, pelo apoio em todos os momentos de minha vida.

À minha irmã Neuza Karla, pelo carinho e apoio.

À minha namorada Ximena Oliveira, pelo carinho, compreensão e companheirismo, mesmo nas horas mais difíceis.

Aos funcionários do setor de Piscicultura da UFLA, Elecí Pereira, José Roberto dos Santos, pelo apoio e amizade.

Aos amigos (as), Adriano Carvalho Costa, Aline de Assis Lago, Ivan Bezerra Alaman, Lucas Carvalho dos Santos, Mateus Hernandez, Mayra, Rafael Vilhena Reis Neto, Túlio, Ulisses Nascimento de Souza, pela amizade.

A todos os companheiros de pós-graduação, professores e participantes do Núcleo de estudos em Aquicultura

Aos companheiros da República Bregão, pela amizade.

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

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido. Não na vitória propriamente dita.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de verificar quais as medidas e razões morfométricas estão mais diretamente associada aos rendimentos corporais de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* em duas classes de peso. Foram analisados dados de 257 exemplares de tilápia, divididos em duas classes de peso: P1 = 400 a 599 g e P2 = 600 a 900 g. Avaliaram-se as medidas morfométrica comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), altura do corpo (AC) e largura do corpo (LC) e, as razões entre estas medidas (CC/CP, AC/CP, LC/CP, CC/AC, LC/AC, LC/CC). Foram calculados os seguintes rendimentos corporais: de carcaça (RCAR), de filé (RFILE) e de cabeça (RCAB). Os dados obtidos foram inicialmente submetidos ao procedimento “Stepwise”, visando eliminar problemas de multicolinearidade entre as variáveis morfométricas, em seguida foram calculadas as correlações fenotípicas entre as variáveis dependentes (rendimentos corporais) e as independentes (medidas e relações morfométricas). Posteriormente estas correlações foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos por meio de análise de trilha e as contribuições diretas e indiretas de cada variável quantificada percentualmente. Observou-se que a razão morfométrica LC/CC, para ambas as classes de peso, foi a variável com maior correlação e efeito direto sobre RFILE e RCAB, sendo que quando maior a razão LC/CC maior o RFILE e menor o RCAB. As medidas e razão morfométricas estudadas, em geral, apresentaram baixa correlação com o RCAR, com exceção do CP que apresentou maior correlação (-0,65) e efeito direto na classe de peso P1, constatando-se que quanto maior CP menor o RCAR. Conclui-se que a razão morfométrica LC/CC pode ser utilizada como medida indireta dos rendimentos RFILE e RCAB.

Palavras-chave: Análise em trilha. Avaliação de carcaça. *Oreochromis niloticus*. Morfometria. Peixe.

ABSTRACT

The work was carried out in order to assess the measures and morphometric ratio are more directly associated to body income of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in two weight classes. Data were analyzed from 257 specimens of Nile tilapia, divided into two weight classes: P1 = 400 to 599 g and P2 = 600 to 900 g. The morphometric measurements were used: standard length (SL), head length (HL), body height (BH), and body width (BW) and the ratios of these measures (HL/SL, BH/SL, BW/SL, HL/BH, BW/BH, BW/HL). The income bodies were calculated: carcass (ICAR), fillet (IFILLET), head (IHEAD). The data were initially submitted to the procedure "Stepwise", aim to eliminate problems of multicollinearity among the morphometric variables, then were calculated the phenotypic correlations among the dependent variables (incomes body) and the independent variables (measured and morphometric relations). Later these correlations were divided into direct and indirect effects through path analysis and the direct and indirect contributions of each variable measured in percentage terms. It was observed that the morphometric ratio BW/HL, for both classes weight, was the variable most strongly correlated and direct effect on IFILLET and IHEAD, and when the larger ratio BW/HL greater IFILLET and minor IHEAD. The morphometric measures and ratio studied, in general, had low correlation with the ICAR, except SL that show most correlated (-0.65) and direct effect in the weight class P1 verifying that as higher SL minor ICAR. It is concluded that, the morphometric ratio BW/HL can be used as indirect measure of income IFILLET and IHEAD.

Keywords: Path analysis. Carcass evaluation. *Oreochromis niloticus*. Morphometry. Fish.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Medidas morfométricas e rendimentos corporais para cada classe de peso de Tilápia do Nilo <i>Oreochromis niloticus</i> , com número de dados (n), média das variáveis (x), desvios padrão (s), valor máximo (Máx) e valor mínimo (Mín)	24
Tabela 2	Equações de predição das variáveis de rendimentos no processamento através de um modelo com medidas e razões morfométricas, obtidas pelo procedimento “backward”, com os coeficientes de determinação ajustados (R^2) do modelo	29
Tabela 3	Valores e percentuais dos efeitos diretos e indiretos das medidas e relações morfométricas sobre o rendimento de carcaça da tilápia do nilo <i>Oreochromis niloticus</i> em diferentes classes de peso.....	30
Tabela 4	Estimativas dos efeitos diretos e indiretos, obtidos pela análise de trilha, entre as medidas e razões morfométricas e o rendimento de carcaça de tilápia do nilo <i>Oreochromis niloticus</i> em diferentes classes de peso.....	32
Tabela 5	Valores e percentuais dos efeitos diretos e indiretos das medidas e relações morfométricas sobre o rendimento de cabeça da tilápia do nilo <i>Oreochromis niloticus</i> em diferentes classes de peso	33
Tabela 6	Estimativas dos efeitos diretos e indiretos, obtidos pela análise de trilha, entre as medidas e razões morfométricas e o rendimento de cabeça de tilápia do nilo <i>Oreochromis niloticus</i> em diferentes classes de peso.....	34

Tabela 7	Estimativas dos efeitos diretos e indiretos, obtidos pela análise de trilha, entre as medidas e razões morfométricas e o rendimento de filé de tilápia do nilo <i>Oreochomis niloticus</i> em diferentes classes de peso.....	36
----------	---	----

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 corpo/ comprimento da cabeça;
LC/AC	largura do corpo / altura do corpo;
RCAB	(peso da cabeça/peso ao abate) x 100;
RCAR	(peso de carcaça/peso ao abate) x 100;
RFILE	(peso de file sem costela /peso ao abate) x 100;
P1	400 a 599 g;
P2	600 a 900 g.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Características da espécie	15
2.2	Processamento da tilápia	16
2.4	Avaliação de rendimentos corporais em animais vivos.....	18
2.5	Influência das medidas morfométricas nos rendimentos corporais.....	19
2.6	Análise de Trilha.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Origem dos dados	23
3.2	Caracterização e organização do arquivo de dados	23
3.3	Variáveis independentes	24
3.3.1	Medidas Morfométricas	25
3.3.2	Razões Morfométricas.....	26
3.4	Variáveis dependentes	26
3.5	Análise estatística.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	Rendimento de Carcaça	29
5	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

A tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* é uma das principais espécies cultivadas comercialmente por apresentar bom desempenho em crescimento, bom aproveitamento de carcaça, grande potencial para a piscicultura intensiva, adaptação a diversos climas, tolerância a diferentes ambientes de cultivo, pleno domínio das técnicas de cultivo e uma carne de excelente qualidade. Além disso, a carne de tilápia é apreciada pelo mercado consumidor, principalmente pela cor branca, ausência de espinhos intramusculares e excelentes textura e sabor.

O filé é a forma de apresentação, do produto final, mais comercializada quando comparada ao peixe inteiro eviscerado ou na forma de tronco limpo (sem cabeça, nadadeiras, pele e vísceras). Além disso, a tilápia apresenta um rendimento de filé menor que outras espécies, sendo necessárias mais informações sobre seus rendimentos corporais.

Informações sobre a forma externa do corpo do peixe (morfometria) permitem fazer uma estimativa da produtividade reduzindo-se os custos e aumentando-se os lucros, tanto para o piscicultor como para a própria indústria. Programas de melhoramento genético que visam melhores rendimentos corporais apresentam uma dificuldade no fato da avaliação direta envolver o abate do animal e a perda de potenciais reprodutores do plantel.

A existência de correlação das variáveis morfométricas com medidas produtivas já foi observada em diversas pesquisas (COSTA, 2011; DIODATTI et al., 2008; FREATO et al., 2007). Entretanto, a correlação simples permite apenas avaliar o sentido e a magnitude 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, 2001). A análise de trilha ou “path analysis” foi desenvolvida a fim de entender melhor a associação entre diferentes caracteres.

Com o presente estudo objetivou-se avaliar por meio da análise de trilha das correlações fenotípicas correlação fenotípica, quais variáveis morfométricas estariam mais diretamente associadas aos rendimentos corporais de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* nas classes de peso: P1 = 400 a 599 g e P2 = 600 a 900 g.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características da espécie

A tilápia *Oreochromis sp.* é um peixe de água doce, pertencente à família Cichlidae, originária da África (APPLEYARD; RENWICK; MATHER, 2001). A espécie *O. niloticus* apresenta um corpo lateralmente comprimido e com uma longa nadadeira dorsal, com a parte anterior provida de raios duros, transformados em espinhos, que também são encontrados nas nadadeiras pélvica e anal (POPMA; MASSER, 1999). Citado por Pavanelli et al. (2007), esta espécie apresenta corpo alto e claro com faixas transversais pouco evidentes, mais nítidas e escuras sobre a caudal.

A tilápia é a segunda espécie de peixe mais cultivadas no mundo (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2009), podendo tornar-se o mais importante nas próximas décadas (FITZSIMMONS, 2000). O Brasil foi o 6º maior produtor de tilápia cultivada no mundo neste ano, aumentando sua produção de 35 em 2001 para 68 mil toneladas em 2005 (KUBITZA, 2007).

A introdução da tilápia do nilo *O. niloticus* no Brasil ocorreu especificamente, no nordeste brasileiro, em 1971 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que formou um pequeno plantel de reprodutores e suas sucessivas gerações foram utilizadas para o cultivo (TEIXEIRA, 2007).

Diversos sistemas são utilizados na criação de tilápia no Brasil, que vão desde os cultivos semi-intensivo, em tanques com adubação orgânica e moderado aporte tecnológico, até os cultivos superintensivos em “raceways” ou em tanques-redes, com elevadas densidades de cultivo e maior demanda tecnológica (FARIA, 2006).

A tilápia se destaca por apresentar inúmeras qualidades zootécnicas, crescimento rápido, grande adaptação alimentar, boa conversão alimentar e ganho de peso. Além disso, a tilápia do Nilo apresenta rendimentos de filé variando de 25,4% a 42% e possui uma carne de ótima qualidade, bom paladar, ausência de microespinhas, recomendada para o consumo fresco, desidratado, salgado ou defumado (CLEMENTS; LOVELL, 1994; MACEDO-VIÉGAS; SOUZA, 2004). Porém, como qualquer espécie doméstica cultivada pelo homem, suas características zootécnicas devem ser melhoradas geneticamente para garantir o contínuo crescimento e a viabilidade de sua cadeia produtiva (PONZONI; KHAW; NGUYEN, 2007).

A maioria dos estoques de tilápia utilizados em países em desenvolvimento ainda é geneticamente similar aos selvagens, como várias outras espécies aquícolas (BRUMMETT; ANGONI; POUOMOGNE, 2004; EKNATH et al., 1991; LYMBERY et al., 2000). Contudo, programas de melhoramento genético, já programado, demonstraram efeitos positivos nas suas cadeias produtivas (GJEDREM, 2000; HULATA, 2001). Chitralada e GIFT são exemplos de linhagens resultantes de programas que trouxeram aumentos de produtividade em países que as utilizaram (RUTTEN; BOVENHUIS; KOMEN, 2004).

2.2 Processamento da tilápia

O processamento industrial da tilápia no Brasil iniciou-se na década de 90, na região Oeste do Paraná, priorizando-se apenas uma forma de beneficiamento, ou seja, filés de tilápia, com rendimento de filé e resíduo de, respectivamente, 32,2% e 66% na industrialização (FERNANDES, 2000; SCHIFFNER; OPPEL; LÖRTZING, 1996).

O uso de técnicas de separação mecânica da carne do pescado têm sido uma das alternativas na indústria pesqueira para a diversificação de seus produtos a base de pescado, sendo um alimento de fácil digestão e fonte de proteínas, minerais, principalmente cálcio e fósforo, vitaminas A, D e complexo B. Além disso, é um produto que não possui muitos espinhos, característica que atrai muitos consumidores (KIRSCHNIK, 2007; OETTERER, 1999).

Segundo Souza (2000), a parte útil do pescado, também denominada corpo limpo ou tronco limpo, é a parte do corpo pronta para o consumo e/ou a industrialização, sendo que a partir desta pode-se ainda obter o filé. Para as unidades de processamento, por exemplo, da tilápia do nilo, a forma mais comercializada é a de filé e, em menor proporção, o peixe inteiro eviscerado ou na forma de tronco limpo (sem cabeça, nadadeiras, pele e vísceras). Assim, mesmo com a importância da comercialização da tilápia na forma de filé, são necessárias informações sobre rendimento de carcaça e tronco.

De acordo com Miler e Sikorski (1994), a forma de apresentação do produto final ao consumidor, seja inteiro eviscerado, filé com ou sem pele, em postas, tronco limpo sem cabeça ou outros, pode interferir na aceitabilidade do mesmo. Dependendo do tamanho, peculiaridades do peixe, bem como características que o produto final deve exibir, praticam-se diferentes técnicas de limpeza e cortes.

A indústria do pescado ainda não valoriza as características de carcaça da tilápia, e paga somente pelo peso vivo. Mas, como em outras espécies utilizadas na produção animal (aves e suínos), a tendência é que peixes com melhores características de carcaça sejam mais bem valorizados.

2.4 Avaliação de rendimentos corporais em animais vivos

As tentativas para estimar o rendimento corporal de animais tem uma história que parece ter começado com os estudos realizados por Lawes e Gilbert em 1860. Ao longo dos anos foram desenvolvidas várias metodologias para avaliação de animais *IN VIVO* com objetivos de auxiliar o melhoramento genético e a classificação comercial de carcaças (TEIXEIRA; DELFA, 2006).

Diferentes pesquisas utilizando metodologias de avaliação corporal são rotineiramente empregadas na produção animal, podendo-se destacar a mensuração por meio de pesagens, a biometria de locais específicos, como área de olho-de-lombo, e técnicas que preservem o animal vivo (CREPALDI et al., 2006).

As medidas morfométricas, ou de conformação, contribuem para a descrição da forma do corpo do peixe, que varia de acordo com as características de cada espécie, além de poderem influenciar o peso corporal e o rendimento de filé (BOSWORTH; LIBEY; NOTTER, 1998; CIBERT et al., 1999). Conforme Contreras-Guzmán (1994), isto se deve à capacidade diferencial da acumulação de massa muscular em determinados pontos do corpo do animal durante seu crescimento, o que caracteriza o seu formato e influencia os rendimentos corporais.

As técnicas que se baseiam em imagens (tomografia computadorizada e ressonância magnética) que ainda tem seu uso restrito na produção animal pelo alto custo. A análise do conteúdo corporal dos peixes pela ultrassonografia tem sido empregada em pesquisas em todo mundo devido ao seu caráter não evasivo, simples, preciso e informatizado (SUVANICH et al., 1998).

O uso de coeficientes de correlação linear entre caracteres têm sido obtidos e utilizados como estratégia de seleção indireta na produção animal. Se o caráter sob seleção apresentar alta herdabilidade e coeficiente de correlação

linear elevado com os rendimentos corporais, a seleção indireta será eficiente na identificação de genótipos superiores.

Algumas das vantagens do uso de técnicas de determinação indireta para a obtenção de informações sobre as características de interesse produtivo é a possibilidade das medidas serem efetuadas em animais vivos. Além disso, de acordo com Crepaldi et al. (2008), a possibilidade da seleção inicial de reprodutores em um plantel, podendo significar um avanço importante para futuros programas de melhoramento genético.

2.5 Influência das medidas morfométricas nos rendimentos corporais

As variáveis morfométricas utilizadas como critérios de seleção se justificam quando se verificam altas correlações destas com medidas produtivas de valor comercial, como pesos e rendimentos de carcaça e de filé (GOODMAN, 1973), apresentando grande importância para a indústria de processamento.

Sob o ponto de vista econômico, para Huang e Liao (1990), o parâmetro mais importante a ser melhorado em um programa de seleção é o crescimento, que tem como um dos componentes principais o estudo da forma do corpo, expresso por medidas ou índices morfométricos. Uma das vantagens do uso de medidas morfométricas para a obtenção de informações sobre as características de interesse produtivo é a possibilidade de estas medidas serem efetuadas em animais vivos (RUTTEN; BOVENHUIS; KOMEN, 2004).

O formato do corpo tem grande influência nos rendimentos durante o processamento dos peixes. Os peixes com forma de torpedo (fusiformes) apresentam rendimentos relativamente altos devido à massa muscular cilíndrica, superando valores de 54% de rendimento de filé com pele. Entretanto, peixes comprimidos dos lados, estão entre as espécies de rendimento mais baixo

(rendimentos de filé com pele inferior a 42%) (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Além disso, Eyo (1993) constatou que a estrutura anatômica tem influência nos rendimentos do processamento ao observar que, peixes com cabeça grande em relação ao corpo apresentam menor rendimento de filé, comparados aos de cabeça pequena.

As relações largura/comprimento e largura/altura que representam a conformação do filé indicaram que os peixes são mais robustos quando elas são elevadas de acordo com Boscolo et al. (2001). Santos et al. (2003), estudando a morfometria de alevinos de tilápia, concluiu que uma maior relação comprimento da cabeça / comprimento padrão é desejável nessa fase, porque pode ser indicativo de maior busca e captura de alimentos, além de maior capacidade respiratória para um rápido crescimento.

Freato (2005), trabalhando com piracanjuba *Brycon orbignyanus*, observou que as alturas tomadas no primeiro raio da nadadeira peitoral e dorsal, bem como o comprimento padrão são medidas que podem ser utilizadas como critério na avaliação da qualidade da carcaça e como critério de seleção em programas de melhoramento genético.

Sendo assim, é possível estabelecer relações das medidas morfométricas com as medidas produtivas, como peso e rendimentos, por meio de futuras pesquisas, e assim planejar estratégias para melhorar as medidas corporais da tilápia.

2.6 Análise de Trilha

Em programas de melhoramento genético, o conhecimento da correlação entre caracteres é importante, quando se deseja fazer seleção simultânea de caracteres, ou quando um caráter de interesse apresenta baixa herdabilidade, problemas de medição ou de identificação. Neste caso, ao selecionar outro

caráter de alta herdabilidade, de fácil medição e identificação e que apresenta alta correlação com o caráter desejado, o melhorista poderá obter progressos mais rápidos, em relação ao uso de seleção direta (CARVALHO et al., 1999).

Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) e Santos et al. (2006) relataram que a importância da correlação entre caracteres no melhoramento genético reside no fato de se poder avaliar o quanto da alteração de um caráter pode afetar os demais, no decurso da seleção. A correlação de um caráter pode assumir um valor positivo, negativo ou igual à zero.

Entretanto, podem ocorrer alguns equívocos nas estratégias de seleção das características avaliadas, a partir da quantificação da magnitude das correlações entre as variáveis. A correlação simples permite apenas avaliar o sentido e a magnitude 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, 2001).

Para entender melhor as associações entre diferentes caracteres, segundo Johnson e Wichern (1992), foi desenvolvida pelo geneticista Sewall Wright em 1918-1921, a análise de trilha ou “path analysis”. Esse método consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O sucesso da análise de trilha reside basicamente na formulação do relacionamento causa e efeito entre as variáveis (SCHUSTER, 1996). Além disso, o desdobramento de correlação é dependente do conjunto de caracteres estudados, que normalmente é estabelecido pelo conhecimento prévio do pesquisador quanto a sua importância às possíveis inter-relações expressas em diagramas de trilha (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Para a interpretação dos resultados gerados pela análise de trilha considerando os critérios adaptados por Costa (2011) e Loures et al. (2001), com quatro situações possíveis: a) se uma determinada variável independente (x) apresentar alto efeito direto e alta correlação, com a variável dependente (y), indica ser determinante na variação em y; b) se a variável independente (x) apresentar efeito direto elevado, mas pouca correlação com variável dependente (y), indica 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) se a variável independente (x) apresentar correlação elevada com a variável dependente (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 independentes sobre y; d) se a variável independente (x) apresentar baixo valor tanto do efeito direto, como para correlação com a variável dependente (y), indica ser de pouca utilidade para as estimativas.

Poucos são os autores que adotam a análise de trilha como instrumento, no melhoramento animal, na avaliação dos caracteres relacionados com a produção como, por exemplo, os efeitos diretos e indiretos das medidas morfométrica sobre as características de pesos e rendimentos corporais de peixes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Origem dos dados

Os dados utilizados no presente trabalho foram oriundos de tilápias abatidas e dissecadas em experimentos conduzidos na Estação de piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – MG; no Centro de Pesquisa, Demonstração e Treinamento de Cultivo de Peixes em Tanques redes, da Fazenda Experimental de Felixlândia – EPAMIG e na Estação Experimental de Piscicultura da Fazenda Experimental de Leopoldina – FELP/EPAMIG (FREATO, 2009). Em todos os experimentos, foram utilizados alevinos, monosexo masculino (tratados com 17 α -metiltestosterona), de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus*, cultivados em diferentes sistemas de cultivo.

3.2 Caracterização e organização do arquivo de dados

Dados de um total de 257 animais extraídos dos experimentos foram organizados em dois arquivos em função da classe de peso (P1 = 400 a 599 g; P2 = 600 a 900 g), os quais continham os valores obtidos para comprimento padrão, comprimento da cabeça, altura do corpo, largura do corpo, peso de abate e rendimentos corporais (Tabela 1). Isso foi realizado, pois o peso de abate pode influenciar as correlações entre os rendimentos corporais e as medidas e razões morfométricas, em tilápia do Nilo (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; FREITAS et al., 1979; MACEDO-VEIGAS; SOUZA; KRONKA, 1997; SOUZA et al., 1998). As análises foram desenvolvidas, seguindo exatamente os mesmos procedimentos para os dois arquivos.

Tabela 1 Medidas morfométricas e rendimentos corporais para cada classe de peso de Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, com número de dados (n), média das variáveis (x), desvios padrão (s), valor máximo (Máx) e valor mínimo (Mín)

Variáveis	n	X	s	Máx	Mín
Classe P1 (400-599g)					
CP	136	23.54	1.68	27.60	20.80
CC	136	7.25	0.62	8.50	6.00
AC	136	9.09	0.60	10.70	7.58
LC	136	3.98	0.30	4.89	3.40
RCAR	136	80.13	3.14	85.08	72.71
RFILE	136	35.53	3.89	42.67	26.84
RCAB	136	23.94	5.43	37.43	15.75
Classe P2 (600-900g)					
CP	121	26.18	1.31	32.00	24.00
CC	121	8.14	0.37	9.10	7.28
AC	121	10.27	1.02	19.75	8.60
LC	121	4.30	0.26	4.90	3.66
RCAR	121	80.98	2.46	85.50	72.99
RFILE	121	36.22	3.51	41.39	26.89
RCAB	121	23.95	4.75	33.08	17.35

CP: comprimento padrão, compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a inserção da nadadeira caudal; CC: comprimento da cabeça, compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo; AC: altura do corpo medidas à frente do 1º raio da nadadeira dorsal; LC: largura do corpo medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal; RCAR: rendimento de carcaça; RFILE: rendimento de filé; RCAB: rendimento de cabeça; n: número de dados; x: média dos dados; s: desvio padrão; Máx: valor de dado máximo; Mín: valor de dado mínimo.

3.3 Variáveis independentes

Foram utilizadas como variáveis independentes as seguintes medidas e razões morfométricas:

3.3.1 Medidas Morfométricas

- a) Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a inserção da nadadeira caudal;
- b) Comprimento da cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo;
- c) Altura do corpo medidas à frente do 1º raio da nadadeira dorsal (AC);
- d) Largura do corpo medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal (LC).

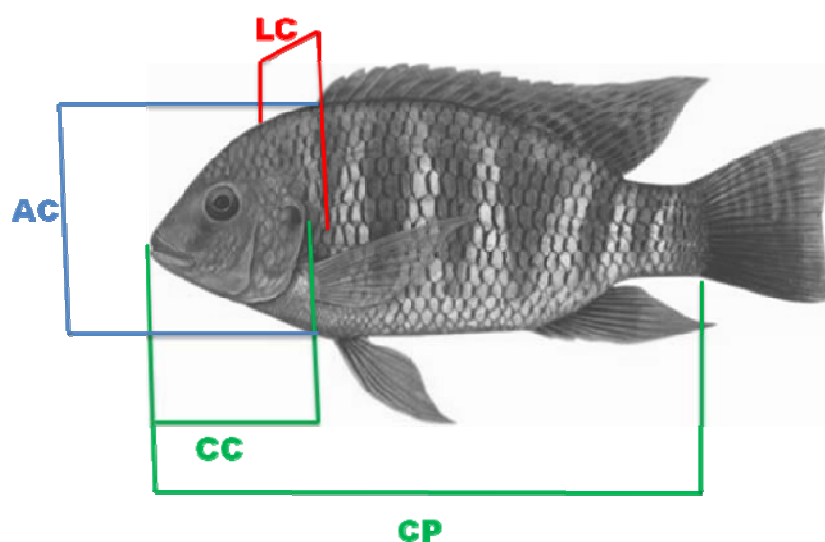


Figura 1 Ilustração das diferentes medidas morfométricas realizadas nos peixes, onde CP: comprimento padrão; CC: comprimento da cabeça; AC: altura do corpo; LC: largura do corpo.

3.3.2 Razões Morfométricas

- a) CC/CP = comprimento da cabeça / comprimento padrão;
- b) AC/CP = altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento padrão;
- c) LC/CP = largura do corpo medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento padrão;
- d) LC/CC = largura do corpo medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal / comprimento da cabeça;
- e) LC/AC = largura do corpo medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal / altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal;
- f) CC/AC = comprimento da cabeça / altura do corpo na linha do 1º raio da nadadeira dorsal;

3.4 Variáveis dependentes

Foram utilizadas como variáveis dependentes os seguintes rendimentos corporais, calculados como porcentagem do peso de abate do peixe:

- a) Rendimento de Carcaça (RCAR) = (peso do peixe eviscerado/peso ao abate) x 100;
- b) Rendimento de cabeça (RCAB) = (peso da cabeça / peso ao abate) x 100;
- c) Rendimento de Filé (RFILE) = (peso de filé sem pele e costela/peso ao abate) x 100.

3.5 Análise estatística

Para reduzir o número inicial de variáveis independentes e os efeitos da multicolinearidade nas estimações dos efeitos diretos e indiretos de cada variável morfométrica sobre os rendimentos corporais, foram realizadas análises de regressão linear múltipla entre as variáveis morfométricas e os rendimentos corporais, utilizando o procedimento “Stepwise” na opção “backward” (CHAGAS, 2010; CHARNET et al., 2008; COIMBRA et al., 2005).

As correlações fenotípicas entre as variáveis dependentes (rendimentos corporais) e independentes (medidas e razões morfométricas) foram obtidas por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson e, para verificar a significância das correlações, aplicou-se o teste de “Student” (CHARNET et al., 2008). As correlações obtidas foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos por meio de análise de trilha (CRUZ; CARNEIRO, 2003) e as contribuições diretas e indiretas de cada variável foram quantificadas percentualmente (COSTA, 2011). As análises estatísticas foram realizadas, utilizando o programa computacional R Development Core Team (2010).

Consideraram-se, concomitantemente, o valor da correlação e a magnitude do efeito direto, como critério para definir qual (is) medida(s) ou razão(ões) morfométrica(s) foi(ram) determinante(s) para a variação dos rendimentos corporais, ou seja, aquela(s) que apresentasse(m) a maior correlação e efeito direto sobre aquele rendimento corporal específico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização das análises de regressão linear múltipla entre as variáveis morfométricas e os rendimentos corporais, utilizando o procedimento “Stepwise” na opção “backward”, verificou-se que nem todas as medidas e razões morfométricas foram importantes para a variação dos rendimentos corporais avaliados (Tabela 2). Não foram incluídas nas equações geradas, na classe P1, duas variáveis morfométricas no RCAR (LC/CP e LC/CC), quatro no RCAB (CP, CC/CP, CC/AC e LC/AC) e cinco no RFILE (CP, CC, LC, CC/CP e LC/AC) e, na classe P2, três no RCAR (AC, CC/CP e LC/CP), cinco no RCAB (LC, CC/CP, AC/CP, LC/CP e LC/AC) e cinco no RFILE (AC, LC, CC/CP, LC/CP e LC/AC). De acordo com estes resultados, as medidas e razões morfométricas que contribuem para a variação dos rendimentos corporais mudam em função da classe de peso de abate. Observou-se, também (Tabela 2), que os coeficientes de determinação ajustados para as equações obtidas foram relativamente altos, com exceção da equação obtida para RCAR na classe P2 ($R^2=0,22$), o que demonstra a importância das medidas e razões morfométricas na determinação dos rendimentos de carcaça, cabeça e filé de tilápia. Resultados contraditórios foram obtidos por Diodatti et al. (2008), trabalhando com tilápia, que obtiveram coeficientes de determinação ajustados muito baixos para equações de predição dos rendimentos corporais em função das medidas e razões morfométricas.

Tabela 2 Equações de predição das variáveis de rendimentos no processamento através de um modelo com medidas e razões morfométricas, obtidas pelo procedimento “backward”, com os coeficientes de determinação ajustados (R^2) do modelo

Variável	Equação	R^2
Classe de peso P1 (400 a 599 g)		
RCAR	$631,5 - 13,0CP + 34,9CC - 14,1AC + 40,1LC - 507,8CC/CP - 316,4AC/CP - 375,4LC/AC - 106,3CC/AC$	0,67
RCAB	$-12,9 + 3,3CC + 12,3AC - 31,6LC - 271,5AC/CP + 929,5LC/CP - 71,8LC/CC$	0,74
RFILE	$84,4 - 0,8AC - 48,5AC/CP - 128,2LC/CP + 48,0LC/CC - 22,8CC/AC$	0,74
Classe de peso P2 (600 a 900 g)		
RCAR	$369,5 - 5,9CP - 16,3CC + 67,5LC + 367,7AC/CP + 12,9LC/CC - 708,1LC/AC + 186,1CC/AC$	0,22
RCAB	$-296,3 - 0,4CP - 38,3CC + 33,2AC - 70,7LC/CC + 408,5CC/AC$	0,70
RFILE	$308,1 - 5,0CP + 16,4CC - 375,5AC/CP + 51,2LC/CC - 180,8CC/AC$	0,62

RCAR=rendimento de carcaça, RCAB=rendimento de cabeça, RFILE=rendimento de filé, CP=Comprimento de padrão, CC=comprimento de cabeça, AC=altura do corpo, LC=largura do corpo (LC)

4.1 Rendimento de Carcaça

As correlações entre as medidas e razões morfométricas com o RCAR foram mais altas nos peixes abatidos na classe P1, com os maiores valores observados para CP (-0,65) e CC (-0,40), o que significa que em tilápias com menores comprimentos padrão e de cabeça e peso de abate entre 400 e 600 g, apresentam maiores rendimento de carcaça. O efeito direto do CP correspondeu 63,04 % de sua correlação com RCAR, revelando ser uma medida determinante na avaliação deste rendimento corporal (Tabela 3). O CC, com o segundo maior coeficiente de correlação, apresentou uma grande porcentagem de efeitos indiretos (60,56%) em sua correlação, principalmente via CP (Tabela 4), o que

reafirma a importância do comprimento padrão na identificação de animais com melhores rendimentos de carcaça.

Tabela 3 Valores e percentuais dos efeitos diretos e indiretos das medidas e relações morfométricas sobre o rendimento de carcaça da tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes classes de peso

Variáveis	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Classe de peso P1 (400 a 599 g)					
CP	-1,5710	63.04	0.9210	36.96	-0.6500 **
CC	0.7466	39.44	-1.1466	60.56	-0.4000 **
AC	-0.3685	90.54	0.0385	9.46	-0.3300 **
LC	0.6033	40.31	-0.8933	59.69	-0.2900 **
CC/CP	0.1838	88.55	-0.0238	11.45	0.1600 ns
AC/CP	-0.8240	41.04	1.1840	58.96	0.3600 **
LC/AC	-0.7334	50.00	0.7334	50.00	0.0000 ns
CC/AC	-0.3624	79.68	0.0924	20.32	-0.2700 **
Classe de peso P2 (600 a 900 g)					
CP	-0.4698	62.67	0.2798	37.33	-0.1900 ns
CC	0.5539	56.65	-0.4239	43.35	0.1300 ns
LC	-0.1728	75.13	-0.0572	24.87	-0.2300 ns
AC/CP	-0.1942	31.41	0.4242	68.59	0.2300 ns
LC/CC	0.3098	46.97	-0.3498	53.03	-0.0400 ns
LC/AC	-0.1626	58.07	-0.1174	41.93	-0.2800 *
CC/AC	-0.1933	44.27	0.2433	55.73	0.0500 ns

CP=Comprimento de padrão, CC=comprimento de cabeça, AC=altura do corpo, LC=largura do corpo (LC). *(P=0,05); **(P=0,01); ns (não significativo).

Para a classe de peso P2, a razão LC/AC foi a única variável morfométrica com correlação significativa com o RCAR, porém esta foi baixa e negativa (-0,28), sendo que efeito direto de LC/AC foi responsável por 58,07% desta correlação. Assim, guardadas as devidas proporções, menores valores para esta razão morfométrica poderá indicar indivíduos com maiores rendimentos de carcaça. As baixas correlações apresentadas pelas variáveis morfométricas com o rendimento de carcaça, em peixes mais pesados, implica que possa existir uma ou mais variáveis morfométricas, não mensuradas neste estudo, necessitando de serem avaliadas quanto aos seus efeitos sobre o RCAR. Diodatti (2006),

trabalhando com algumas linhagens de tilápia, encontrou coeficiente de correlação significativo entre medidas morfométricas e rendimento de carcaça somente para o perímetro medido na inserção da nadadeira anal. Por outro lado, Freato et al. (2007) relataram que a altura do corpo, tomada na inserção da nadadeira peitoral como foi a medida mais importante para determinação do rendimento de carcaça de piracanjuba *Brycon orbignyanus*.

Tabela 4 Estimativas dos efeitos diretos e indiretos, obtidos pela análise de trilha, entre as medidas e razões morfométricas e o rendimento de carcaça de tilápia do nilo *Oreochomis niloticus* em diferentes classes de peso

Efeitos	Classe de peso P1 (400 a 599 g)							
	CP	CC	AC	LC	CC/CP	AC/CP	LC/AC	CC/AC
Direto	-1.571	0.747	-0.369	0.603	0.184	-0.824	-0.733	-0.362
Indireto via CP	---	0.597	-0.206	0.247	0.007	0.445	0.066	-0.236
Indireto via CC	-1.256	---	-0.287	0.241	0.114	0.091	0.213	-0.261
Indireto via AC	-0.879	0.582	---	0.199	0.105	-0.313	0.389	-0.043
Indireto via LC	-0.644	0.299	-0.122	---	0.024	0.099	-0.455	-0.094
Indireto via CC/CP	-0.062	0.463	-0.210	0.078	---	-0.437	0.271	-0.127
Indireto via AC/CP	0.848	-0.082	-0.140	-0.072	0.097	---	0.315	0.217
Indireto via LC/AC	0.141	-0.217	0.195	0.374	-0.068	0.354	---	-0.047
Indireto via CC/AC	-1.021	0.538	-0.044	0.157	0.064	0.494	-0.095	---
Efeitos	Classe de peso P2 (600 a 900 g)							
	CP	CC	LC	AC/CP	LC/CC	LC/AC	CC/AC	
Direto	-0.470	0.554	-0.173	-0.194	0.310	-0.163	-0.193	
Indireto via CP	---	0.210	-0.066	0.113	0.050	-0.020	-0.008	
Indireto via CC	-0.179	---	-0.029	-0.035	-0.136	0.042	-0.087	
Indireto via LC	-0.179	0.094	---	0.016	0.108	-0.122	0.025	
Indireto via AC/CP	0.272	0.100	0.014	---	-0.118	0.075	0.081	
Indireto via LC/CC	-0.075	-0.244	-0.060	0.074	---	-0.083	0.039	
Indireto via LC/AC	-0.056	-0.144	-0.130	0.089	0.158	---	-0.035	
Indireto via CC/AC	-0.019	0.249	0.022	0.082	-0.062	-0.029	---	

CP=Comprimento de padrão, CC=comprimento de cabeça, AC=altura do corpo, LC=largura do corpo (LC).

4.2 Rendimento de Cabeça

Em geral, os coeficientes de correlação significativos entre as variáveis morfométricas e RCAB (Tabela 5), para ambas as classes de peso, foram baixos e positivos, exceto para a razão LC/CC que apresentou altos coeficientes de correlação negativos, sendo -0,75 e -0,82 nas classes P1 e P2, respectivamente. Isso indica que quanto menor for esta razão maior será o RCAB, ou seja, tilápias mais largas na região dorsal e com cabeça de menor comprimento produzirão menor rendimento de cabeça. Além da alta correlação com RCAB, a razão LC/CC também apresentou, tanto na classe P1 como na P2, maior efeito direto, o qual representou mais de 83% de sua correlação com RCAB, revelando ser uma variável determinante deste rendimento corporal.

Tabela 5 Valores e percentuais dos efeitos diretos e indiretos das medidas e relações morfométricas sobre o rendimento de cabeça da tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes classes de peso

Variáveis	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Classe de peso P1 (400 a 599 g)					
CC	0.3453	75.06	0.1147	24.94	0.4600 **
AC	1.0781	63.94	-0.6081	36.06	0.4700 **
LC	-1.3293	46.50	1.5293	53.50	0.2000 *
AC/CP	-0.9776	40.14	1.4576	59.86	0.4800 **
LC/CP	1.7765	52.98	-1.5765	47.02	0.2000 *
LC/CC	-0.6236	83.14	-0.1264	16.86	-0.7500 **
Classe de peso P2 (600 a 900 g)					
CP	-0.1078	71.85	-0.0422	28.15	-0.1500 ns
CC	-0.4304	31.86	0.9204	68.14	0.4900 **
AC	0.6527	72.89	-0.2427	27.11	0.4100 **
LC/CC	-0.6908	84.24	-0.1292	15.76	-0.8200 **
CC/AC	0.4896	58.34	-0.3496	41.66	0.1400 ns

CP=Comprimento de padrão, CC=comprimento de cabeça, AC=altura do corpo, LC=largura do corpo (LC). *(P=0,05); **(P=0,01); ns (não significativo).

A razão LC/CC possuiu altos valores de coeficientes de trilha indireto via AC e CC, nas duas classes de peso, contribuindo fortemente para os efeitos indiretos na correlação de LC/CC com RCAB (Tabela6).

Tabela 6 Estimativas dos efeitos diretos e indiretos, obtidos pela análise de trilha, entre as medidas e razões morfométricas e o rendimento de cabeça de tilápia do nilo *Oreochomis niloticus* em diferentes classes de peso

Efeitos	Classe de peso P1 (400 a 599 g)					
	CC	AC	LC	AC/CP	LC/CP	LC/CC
Direto	0.345	1.078	-1.329	-0.978	1.776	-0.624
Indireto via CC	---	0.819	-0.518	0.108	-0.693	0.399
Indireto via AC	0.262	---	-0.399	-0.401	-0.426	0.355
Indireto via LC	0.135	0.323	---	0.166	0.924	-0.019
Indireto via AC/CP	-0.038	0.442	0.226	---	0.622	0.206
Indireto via LC/CP	-0.135	-0.259	-0.691	-0.342	---	-0.150
Indireto via LC/CC	-0.221	-0.615	-0.040	0.323	0.426	---
Efeitos	Classe de peso P2 (600 a 900 g)					
	CP	CC	AC	LC/CC	CC/AC	
Direto	-0.108	-0.430	0.653	-0.691	0.490	
Indireto via CP	---	-0.146	0.189	-0.124	0.039	
Indireto via CC	-0.037	---	0.392	0.311	0.255	
Indireto via AC	-0.031	-0.258	---	0.228	-0.181	
Indireto via LC/CC	-0.019	0.194	-0.215	---	-0.088	
Indireto via CC/AC	-0.009	-0.224	-0.241	0.124	---	

CP=Comprimento de padrão, CC=comprimento de cabeça, AC=altura do corpo, LC=largura do corpo (LC).

Diodatti (2006), trabalhando com tilápia, encontrou coeficiente de correlação mais baixo e negativo para a relação formada pela largura e o comprimento padrão. Miranda e Ribeiro (1997) também verificaram que o rendimento de cabeça foi negativamente correlacionado com a LC/CP (-0,64) em surubim *Pseudoplatiloma coruscans*.

Costa (2011) e Freato (2005) observaram, respectivamente, em tambaqui e piracanjuba que a razão morfométrica CC/CP é a mais indicada, sendo que, quanto maior for essa razão, maior será o rendimento de cabeça.

4.3 Rendimento de Filé

Em geral, o RFILE apresentou coeficientes de correlação baixos, nas classes de peso, com as medidas e as razões morfométricas, com exceção da razão LC/CC (Tabela 7). Nas classes de peso, P1 e P2, foram observados valores acima de 75% de efeito direto para razão LC/CC com RFILE, revelando ser uma variável determinante na avaliação deste rendimento corporal. Quando o objetivo for selecionar peixes com maiores rendimentos de filé, parte do pescado com maior valor econômico, tilápias mais largas na região dorsal e com cabeça mais curtas deverão ser selecionadas.

Tabela 7 Valores e percentuais dos efeitos diretos e indiretos das medidas e relações morfométricas sobre o rendimento de filé da tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes classes de peso

Variáveis	Direto		Indireto		Correlação
	Efeito	%	Efeito	%	
Classe de peso P1 (400 a 599 g)					
AC	-0.1229	24.58	-0.3771	75.42	-0.5000**
AC/CP	-0.2848	56.97	-0.2152	43.03	-0.5000**
LC/CP	-0.3788	71.80	0.1488	28.20	-0.2300**
LC/CC	0.5745	77.63	0.1655	22.37	0.7400 **
CC/AC	-0.2496	73.59	0.0896	26.41	-0.1600 ns
Classe de peso P2 (600 a 900 g)					
CP	0.5873	58.46	-0.4173	41.54	0.1700 ns
CC	-0.5903	73.73	0.2103	26.27	-0.3800 **
AC/CP	0.5700	37.50	-0.9500	62.50	-0.3800 **
LC/CC	0.7471	95.78	0.0329	4.22	0.7800 **
CC/AC	0.4926	43.39	-0.6426	56.61	-0.1500 ns

CP=Comprimento de padrão, CC=comprimento de cabeça, AC=altura do corpo, LC=largura do corpo (LC).*(P=0,05); **(P=0,01); ns (não significativo).

Na classe P1, a medida relacionada com o tamanho da cabeça, AC, apresentou correlação negativa (-0,50) e alta porcentagem de efeito indireto (75.42%),principalmente via LC/CC (Tabela 8) , o que ratifica a importância dessa razão na avaliação do RFILE. Costa (2011), trabalhando com pacu

Piaractus mesopotamicus, também observou que LC é uma medida importante para a seleção de animais com maiores rendimentos de filé.

Tabela 7 Estimativas dos efeitos diretos e indiretos, obtidos pela análise de trilha, entre as medidas e razões morfométricas e o rendimento de filé de tilápia do nilo *Oreochomis niloticus* em diferentes classes de peso

Efeitos	Classe de peso P1 (400 a 599 g)				
	AC	AC/CP	LC/CP	LC/CC	CC/AC
Direto	-0.123	-0.285	-0.379	0.574	-0.250
Indireto via AC	---	-0.122	0.080	-0.322	-0.012
Indireto via AC/CP	-0.053	---	-0.125	-0.190	0.152
Indireto via LC/CP	0.026	-0.094	---	0.132	0.085
Indireto via LC/CC	0.069	0.094	-0.087	---	0.090
Indireto via CC/AC	-0.006	0.174	0.129	-0.207	---
Efeitos	Classe de peso P2 (600 a 900 g)				
	CP	CC	AC/CP	LC/CC	CC/AC
Direto	0.587	-0.590	0.570	0.747	0.493
Indireto via CP	---	-0.218	-0.331	0.112	0.020
Indireto via CC	0.217	---	0.103	-0.336	0.227
Indireto via AC/CP	-	-0.106	---	-0.291	-0.212
Indireto via LC/CC	0.088	0.266	-0.222	---	-0.099
Indireto via CC/AC	0.023	-0.272	-0.245	-0.149	---

CP=Comprimento de padrão, CC=comprimento de cabeça, AC=altura do corpo, LC=largura do corpo (LC).

A influência do formato do corpo nos rendimentos corporais foi observados por Freato et al. (2008), trabalhando com piracanjuba *Brycon orbignyanus*, relatou que peixes com formato fusiforme, ou seja, mais compridos e roliços, apresentam maiores rendimentos de filé e carcaça. Eyo (1993) e Serafini (2010) concluíram que peixes de cabeça grande apresentam menor rendimento de filé comparados com aqueles com cabeça pequena.

5 CONCLUSÃO

As medidas e razões morfométricas podem ser utilizadas para avaliação dos rendimentos corporais da tilápia do nilo, e por isso devem ser objeto de estudos de caráter genéticos que forneçam informações necessárias para que estas variáveis possam ser aplicadas em programas de melhoramento das características de carcaça deste peixe.

A razão entre a largura do corpo e o comprimento de cabeça está diretamente associada com rendimento de cabeça e filé. Para determinação do rendimento de carcaça, na classe P1, o comprimento de padrão revelou ser uma medida importante na avaliação deste rendimento corporal. Na classe de animais mais pesados, o RCAB não foi bem determinado pelas variáveis morfométricas utilizadas.

REFERÊNCIAS

APPLEYARD, S. A.; RENWICK, J. M.; MATHER, P. B. Individual heterozygosity levels and relative growth performance in *Oreochromis niloticus* (L.) cultured under Fijian conditions. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 32, n. 2, p. 287-296, Feb. 2001.

BOSCOLO, W. R. et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem 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.; LIBEY, G. S.; NOTTER, D. R. Relationship among total weight, body shape, visceral components, and fillet traits in palmetto bass (Striped bass female *Morone saxatilis* x white bass male *M. chrysops*) and paradise bass (Striped bass female *Morone saxatilis* x yellow bass male *M. mississippiensis*). **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Raton, v. 29, n. 1, p. 40-50, Mar. 1998.

BRUMMETT, R. E.; ANGONI, D. E.; POUMOGNE, V. On-farm and on-station comparison of wild and domesticated Cameroonian populations of *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 242, n. 1, p. 157-164, Feb. 2004.

CARVALHO, C. G. P. et al. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 603-613, abr. 1999.

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. 238 p. Dissertação (Mestrado em Turismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

CHARNET, R. et al. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2008. 356 p.

CIBERT, C. et al. Morphological screening of carp *Cyprinus carpio*: relationship between morphology and fillet yield. **Aquatic Living Resource**, Montrouge, v. 12, n. 1, p. 1-10, Apr. 1999.

CLEMENTS, S.; LOVELL, R. T. Comparison of processing yields and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 119, n. 2, p. 299-310, June 1994.

COIMBRA, J. L. M. et al. Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 347-352, mar./abr. 2005.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.

COSTA, A. C. **Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum***. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

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.

_____. Ultra-sonografia na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3/4, p. 174-181, jul./dez. 2006.

CRUZ, C. D. **Programa GENES, versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 348 p.

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.

DIODATTI, F. C. et al. Parámetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia del nilo (*Oreochromis oreochromis*). **Anales de Veterinaria de Murcia**, Murcia, v. 24, n. 1, p. 45-55, 2008.

EKNATH, A. E. et al. Approaches to national fish breeding programs: pointers from a tilapia pilot study. **NAGA: the Iclarm Quarterly**, Yaounde, v. 14, n. 2, p. 10-12, 1991.

EYO, A. A. Carcass composition and filleting yield of ten fish species from Kainji Lake: proceedings of the FAO expert consultation on fish technology in Africa. **FAO Fisheries Report**, Rome, n. 467, p. 173-175, 1993.

FARIA, J. L. L. **Rendimento do filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede**. 2006. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

FERNANDES, C. F. Processing of the tilapias. In: COSTA-PIERCE, B. A.; RAKOCY, J. E. (Ed.). **Tilapia aquaculture in the Americas**. Louisiana: The World Aquaculture Society, 2000. p. 100-118.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21st century. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: ISTA, 2000. v. 1, p. 3-8.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture**. Rome, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/009/a0699e/a0699e00.htm>>. Acesso em: 5 nov. 2011.

FRETO, T. A. **Interação entre linhagem e plano nutricional em diferentes sistemas de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 136 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

_____. **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.

FRETO, T. A. et al. Análise de correlação e agrupamento entre medidas morfométricas e rendimentos no processamento da piracanjuba *Brycon orbignyanus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE, 1., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: UFGD, 2007. 1 CD-ROM.

FREITAS, J. V. F. et al. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal, da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (L.), do açude público “Paulo Sarasate” (Reriutaba, Ceará, Brasil), durante os anos de 1978 e 1979. **Boletim Técnico do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 135-151, 1979.

GJEDREM, T. Genetic improvement of cold-water fish species. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 25-33, Apr. 2000.

GOODMAN, R. K. A. **A comparison of morphometric characteristics of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) from seven different geographical locations**. 1973. 27 f. Dissertation (Master in Fisheries and Allied Aquacultures) - Auburn University, Auburn, 1973.

HUANG, C. M.; LIAO, J. C. Response to mass selection for growth rate in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 85, n. 2, p. 199-205, Apr. 1990.

HULATA, G. Genetic manipulations in aquaculture, a review of stock improvement by classical and modern technologies. **Genetica**, Dordrecht, v. 111, n. 1, p. 155-173, Jan. 2001.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. 607 p.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

KUBITZA, F. Tilápias na boda de cristal. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 99, p. 14-21, 2007.

LOURES, B. T. 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**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

LYMBERY, A. J. et al. Genetics in the aquaculture industry. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 1-2, Feb. 2000.

MACEDO-VIÉGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. Préprocessamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P. et al. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 405-480.

MILER, K. B. M.; SIKORSKI, Z. E. Ahumado. In: SIKORSKI, Z. E. (Ed.). **Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación**. Zaragoza: Acríbia, 1994. p. 221-245.

MIRANDA, M. O. T.; RIBEIRO, L. P. Características zootécnicas do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 43-56. (Coleção Meio-Ambiente, Série Estudos Pesca, 19).

OETTERER, M. **Agroindústrias beneficiadoras de pescado**: unidades modulares e polivalente para implantação, com enfoque nos pontos críticos, higiênicos e nutricionais. 1999. 196 f. Tese (Livre Docência em Aquicultura) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1999.

PAVANELLI, C. S. et al. Peixes do Baixo Rio Iguaçu: manual de identificação. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 17., 2007, Itajaí. **Resumos...** Itajaí: UNIVALI, 2007. 1 CD-ROM.

PONZONI, R. W.; KHAW, H. I.; NGUYEN, H. N. Investment appraisal of genetic improvement programs in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 269, n. 1, p. 187-199, Jan. 2007.

POPMA, T.; MASSER, M. **Tilapia**: life history and biology. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center, 1999. 4 p. (Publication, 283).

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. P. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RUTTEN, M. J. M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Modeling fillet traits based on body measurements in three tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, n. 1/4, p. 113-122, Mar. 2004.

SANTOS, V. B. et al. Crescimento relativo e coeficientes alométricos do corpo de linhagens de tilápias do Nilo. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 4, p. 357-364, 2006.

_____. Morfometria do crescimento de alevinos de duas linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*). In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 12., 2003, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2003. 1 CD-ROM.

SCHIFFNER, E.; OPPEL, K.; LÖRTZING, D. **Elaboración casera de carne y embutidos**. Zaragoza: Acribia, 1996. 133 p.

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

SOUZA, M. L. R. et al. Influência das densidades de estocagem e sistemas de aeração sobre o peso e características de carcaça da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 20, n. 3, p. 387-393, 1998.

SUVANICH, V. et al. Prediction of proximate fish composition from ultrasonic properties: catfish, cod, flounder, mackerel and salmon. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, p. 966-968, Dec. 1998.

TEIXEIRA, A.; DELFA, R. Utilização de ultra-sons na predição da composição de carcaças de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p. 576-586.

TEIXEIRA, E. G. **Adaptação de metodologias de manejo reprodutivo como subsídios para a implantação de um programa de melhoramento genético da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) variedade chitralada no centro de pesquisa em aquicultura-cpa/dnocs**. 2007. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.