



**VITOR TRISTÃO SACCHI**

**Morfometria Elíptica na Predição de Pesos e Rendimentos  
Corporais de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

**LAVRAS-MG**

**2024**

**VITOR TRISTÃO SACCHI**

**Morfometria Elíptica na Predição de Pesos e Rendimentos  
Corporais de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Emília de Sousa Gomes

**LAVRAS-MG**

**2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Sacchi, Vitor Tristão.

Morfometria Elíptica na Predição de Pesos e Rendimentos  
Corporais de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) / Vitor Tristão  
Sacchi. - 2024.

35 p.

Orientador(a): Rilke Tadeu Fonseca Freitas.

Coorientador(a): Maria Emília Sousa Gomes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Tilápia do Nilo. 2. Modelos de predição. 3. Elipses. I.  
Freitas, Rilke Tadeu Fonseca. II. Gomes, Maria Emília Sousa. III.  
Título.

**VITOR TRISTÃO SACCHI**

**Morfometria Elíptica na Predição de Pesos e Rendimentos  
Corporais de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**


**Elliptical Morphometry in Predicting Body Weights and Yields of  
Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de novembro de 2023

Dr. Rafael Vilhena Reis Neto UNESP

Dr. Thiago Archangelo Freato UNICAMP

Documento assinado digitalmente  
 RILKE TADEU FONSECA DE FREITAS  
Data: 04/03/2024 14:01:58-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

Orientador

LAVRAS-MG

2024

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Ao meu orientador Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelos ensinamentos, compreensão e amizade.

Aos alunos de graduação e pós-graduação pela colaboração em todos os âmbitos.

Aos funcionários da Universidade Federal de Lavras, José Vitor e Renan Paulino, pela valiosa colaboração na condução do experimento e amizade.

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

## RESUMO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) possui baixo rendimento de carcaça, principalmente de filé, portanto, é preciso estudar variáveis correlacionadas que auxiliem a seleção indireta. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a correlação das formas elípticas derivadas das medidas morfométricas primárias com os pesos e rendimentos dos componentes corporais de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua utilização na seleção indireta de características de carcaça de interesse comercial para fins de melhoramento genético. Foram utilizadas 60 famílias e dentro de cada família foram selecionados de forma aleatória 40 animais com média de 250 gramas, dos quais foram obtidas as medidas morfométricas primárias: comprimento padrão, largura e altura, além dos pesos do animal: peso vivo, filé total, filé de lombo e barriga. A partir das medidas morfométricas primárias coletadas (altura, largura e comprimento padrão) foram calculadas a elipticidade e a área elíptica. Foram realizadas análises de correlação de Pearson e análises de regressão linear, onde os pesos dos componentes corporais e os rendimentos corporais foram considerados como variáveis dependentes e as medidas morfométricas primárias, elipticidades e áreas elípticas como variáveis independentes. As áreas elípticas e as medidas morfométricas primárias apresentaram coeficientes de determinação maiores que 0,80 para o peso de filé total limpo e seus sub cortes. As áreas elípticas apresentaram, ainda, valores maiores de correlação com os pesos dos componentes corporais do que os apresentados pelas medidas morfométricas primárias. As áreas elípticas ajustaram a largura para uma forma mais aproximada ao formato real da tilápia, tornando todos os planos bons preditores para a faixa de peso estudada. A área elíptica lateral (AEL) foi a que apresentou melhor  $R^2$ , devido ao fato de levar em conta em sua fórmula as duas principais medidas que afetam o filé em tilápias: comprimento padrão e altura. As equações de predição dos rendimentos apresentaram valores de  $R^2$  baixos ( $<0,31$ ) para todas as medidas morfométricas. As áreas elípticas lateral, frontal e dorsal (AEL, AEF e AED) apresentaram os maiores valores de correlação e os melhores ajustes para as equações de predição dos pesos de filé, mostrando-se melhores preditoras que as medidas morfométricas primárias. A área elíptica lateral (AEL) foi a área elíptica mais bem correlacionada com os pesos de filé (PFL) e com o melhor coeficiente de determinação ( $R^2= 0,88$ ). Assim sendo, a equação  $PFL = -36,17 + 0,92 \times AEL$  pode ser utilizada como preditora do peso de filé total limpo.

**Palavras-chave:** Tilápia. peso de filé. rendimento filé. modelos de predição. coeficiente de determinação.

## ABSTRACT

The Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) has low carcass yield, especially in terms of fillet, so it is necessary to study correlated variables that assist in indirect selection. This study aimed to evaluate the correlation of elliptical forms derived from primary morphometric measurements with the weights and yields of body components of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and their use in the indirect selection of commercially relevant carcass traits for genetic improvement purposes. Sixty families were used, and within each family, 40 animals with an average weight of 250 grams were randomly selected. Primary morphometric measurements, including standard length, width, and height, were obtained, along with animal weights: live weight, total fillet weight, loin fillet weight, and belly weight. Ellipticity and elliptical area were calculated from the collected primary morphometric measurements (height, width, and standard length). Pearson correlation analyses and linear regression analyses were conducted, with body component weights and body yields considered as dependent variables, and primary morphometric measurements, ellipticities, and elliptical areas as independent variables. Elliptical areas and primary morphometric measurements showed determination coefficients greater than 0.80 for the weight of clean total fillet and its subcuts. Elliptical areas also exhibited higher correlation values with body component weights than those presented by primary morphometric measurements. Elliptical areas adjusted the width to a shape closer to the real form of tilapia, making all planes good predictors for the studied weight range. Lateral elliptical area (LEA) showed the best  $R^2$ , considering its formula accounts for the two main measurements affecting tilapia fillet: standard length and height. Prediction equations for yields had low  $R^2$  values ( $<0.31$ ) for all morphometric measurements. Lateral, frontal, and dorsal elliptical areas (AEL, AEF and AED) had the highest correlation values and best fits for fillet weight prediction equations, proving to be better predictors than primary morphometric measurements. Lateral elliptical area (AEL) showed the strongest correlation with fillet weights (PFL) and the best coefficient of determination ( $R^2 = 0.88$ ). Therefore, the equation  $PFL = -36.17 + 0.92 \times AEL$  can be used as a predictor for the weight of clean total fillet.

**Keywords:** Tilapia. fillet weight. fillet yield. prediction models. coefficient of determination.

## RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

Elaborado por Vitor Tristão Sacchi e orientado por Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) possui baixo rendimento de carcaça, principalmente de filé, portanto, é preciso estudar variáveis correlacionadas que auxiliem a seleção indireta. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a correlação das formas elípticas derivadas das medidas morfométricas primárias com os pesos e rendimentos dos componentes corporais de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua utilização na seleção indireta de características de carcaça de interesse comercial para fins de melhoramento genético. A partir das medidas morfométricas primárias coletadas (altura, largura e comprimento padrão) foram calculadas a elipticidade e a área elíptica. Foram realizadas análises de correlação de Pearson e análises de regressão linear, onde os pesos dos componentes corporais e os rendimentos corporais foram considerados como variáveis dependentes e as medidas morfométricas primárias, elipticidades e áreas elípticas como variáveis independentes. As áreas elípticas e as medidas morfométricas primárias apresentaram coeficientes de determinação maiores que 0,80 para o peso de filé total limpo e seus sub cortes. As áreas elípticas apresentaram, ainda, valores maiores de correlação com os pesos dos componentes corporais do que os apresentados pelas medidas morfométricas primárias. As áreas elípticas ajustaram a largura para uma forma mais aproximada ao formato real da tilápia, tornando todos os planos bons preditores para a faixa de peso estudada. A área elíptica lateral (AEL) foi a que apresentou melhor  $R^2$ , devido ao fato de levar em conta em sua fórmula as duas principais medidas que afetam o filé em tilápias: comprimento padrão e altura. A área elíptica lateral (AEL) foi a área elíptica mais bem correlacionada com os pesos de filé (PFL) e com o melhor coeficiente de determinação ( $R^2= 0,88$ ). Assim sendo, a equação  $PFL = -36,17 + 0,92 \times AEL$  pode ser utilizada como preditora do peso de filé total limpo.

Peso Filé Total Limpo		
Variáveis	Equação	R <sup>2</sup>
<b>Medidas morfométricas primárias (cm)</b>		
C	$PFL = -151,58 + 11,18 \times L$	0,84
L	$PFL = -115,19 + 56,56 \times T$	0,70
A	$PFL = -116,05 + 25,49 \times H$	0,84
<b>Elipticidades</b>		
EL	P-valor > 0,05	≅ 0
ED	$PFL = 273,02 - 437,78 \times E(LT)$	0,12
EF	$PFL = -19,60 + 238,07 \times E(HT)$	0,06
<b>Áreas elípticas</b>		
AEL	$PFL = -36,17 + 0,92 \times AEL$	0,88
AEF	$PFL = -30,72 + 5,30 \times AEF$	0,84
AED	$PFL = -41,58 + 2,16 \times AED$	0,85

Modelos de predição para peso de filé total limpo obtidos por meio de medidas morfométrica e formas elípticas (elipticidades e áreas elípticas) em Tilápias do Nilo. C= comprimento padrão, L= largura, A= altura, EL= elipticidade lateral, ED= elipticidade dorsal, EF= elipticidade frontal, AEL= área elíptica lateral, AEF= área elíptica frontal, AED= área elíptica dorsal, PFL= peso de filé total limpo.



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 HISTÓRICO DA ESPÉCIE.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 INFLUÊNCIA DO FORMATO DO CORPO NOS PESOS E RENDIMENTOS CORPORAIS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 MODELOS DE PREDIÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 ABATE E PROCESSAMENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.1 INSENSIBILIZAÇÃO E ABATE.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.2 PROCESSAMENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.3 CÁLCULO DAS FORMAS.....</b>	<b>15</b>
<b>4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....</b>	<b>17</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>5.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS .....</b>	<b>18</b>
<b>5.2 CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS1.....</b>	<b>20</b>
<b>5.3 RENDIMENTOS.....</b>	<b>22</b>
<b>5.4 REGRESSÕES .....</b>	<b>26</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>30</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O termo tilápia é empregado em aproximadamente 70 espécies diferentes da família Cichlidae. A tilápia (*Oreochromis sp.*) é cultivada em mais de 100 países sendo a espécie *Oreochromis niloticus* (Tilápia do Nilo), originária da África e do Oriente Médio, a mais difundida e cultivada mundialmente (FAO, 2018). Os animais da espécie apresentam alta rusticidade, tolerância a várias salinidades, temperaturas de água e sistemas de produção, rápido crescimento, carne de ótima qualidade e boa aceitação no mercado consumidor.

A tilapicultura possui alta representatividade econômica em vários países, além de possuírem valores recreativos e utilizados como indicadores de poluição. A produção global de tilápias atingiu a marca de 6,5 milhões de toneladas no ano de 2022, sendo o Brasil responsável por 0,55 milhões de toneladas e ocupando a 4ª posição no ranking mundial de produtores de tilápias (PEIXESBR, 2023).

Assim como qualquer espécie doméstica cultivada pelo homem, as características zootécnicas das tilápias precisam ser melhoradas geneticamente para garantir o contínuo crescimento e viabilidade de sua cadeia produtiva assim como a competitividade de mercado. Programas de melhoramento implementados no início dos anos 2000 foram os principais responsáveis pelos primeiros resultados positivos em cadeias produtivas, sendo as linhagens Chitralada e GIFT exemplos de programas de sucesso que promoveram aumentos de produtividade em países que as utilizam. Ganhos de 10 a 20%, por geração, tem sido alcançado em várias espécies de peixes, especialmente em tilápia do Nilo.

Os programas de melhoramento geralmente utilizam a taxa de crescimento como principal objetivo de seleção, e a seleção massal como o principal método. Entretanto, a característica de rendimento de filé também possui representatividade para o aumento de eficiência econômica das cadeias produtivas desta espécie, pois possui baixo rendimento de filé se comparado com outras espécies, aproximadamente 30% de rendimento de filé, e representa o principal corte comercializado. Para este tipo de característica a seleção massal é impraticável necessitando assim do uso de informações de parentes para a predição de valores genéticos, ou características correlacionadas, como medidas morfométricas primárias.

As medidas morfométricas primárias possuem, geralmente, alta correlação com o peso ao abate, ganho de peso diário e peso dos filés. A relação peso/comprimento já foi estudada em algumas espécies, como por exemplo, truta arco-íris (*Salmo gairdneri*) (GJERDE, 1989), dourada (*Sparus auratus*) (NAVARRO et al., 2009) e linguado oliva (*Paralichthys olivaceus*)

(KIM et al., 2011). Porém, as tilápias possuem um formato elíptico em todos os seus planos ( Frontal, Dorsal e Lateral) e, portanto, as medidas morfométricas primárias não representam de forma precisa o real formato desses animais.

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a correlação das formas elípticas derivadas das medidas morfométricas primárias com os pesos e rendimentos dos componentes corporais de tilápias do Nilo e sua utilização na seleção indireta de características de carcaça de interesse comercial para fins de melhoramento genético.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Histórico da espécie**

A tilápia *Oreochromis sp.* é um peixe de água doce, pertencente à família Cichlidae, originária da África. 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 anal. As diversas espécies de tilápias que pertencem ao gênero *Oreochromis* correspondem ao grupo de peixes mais cultivados no mundo e são cultivadas em mais de cem países (MASSAGO et al., 2010). Dentre as variedades comerciais de tilápias do Nilo existentes no Brasil, destacam-se Bouaké, Chitralada, Supreme e GIFT.

As tilápias do Nilo apresentam grandes vantagens de cultivo, sendo as principais: rusticidade, tolerância a temperaturas baixas, rápido crescimento, carne de ótima qualidade, alta prolificidade, adaptação a vários tipos de alimentos (KUBITZA, 2005; TURRA, 2010). Além disso, a tilápia do Nilo possui rendimentos de filé de aproximadamente 30% (GRÍGIO et al., 2020, SILVA et al., 2016) e se caracteriza pela excelente qualidade da carne, bom sabor e poucas espinhas. Assim como outras espécies domésticas cultivadas pelo homem, há necessidade de melhorar geneticamente suas características para garantir o crescimento contínuo e a manutenção de sua cadeia produtiva (PONZONI; KHAW; NGUYEN, 2007).

A maioria das populações de tilápias introduzidas inicialmente em países em desenvolvimento é geneticamente similar aos selvagens (EKNATH et al., 1991; LYMBERY et al., 2000, BRUMMETT et al., 2004). Os primeiros programas de melhoramento genético em tilápias, em sua grande maioria, tinham como principal objetivo o ganho de peso. Devido à

natureza da característica, informações de *pedigree* eram utilizadas para dar seguimento aos programas.

A seleção por *pedigree* é utilizada principalmente para características que não permitem utilizar os próprios animais como reprodutores. Uma característica nas tilápias que se encaixa nesse tipo de seleção é o peso do filé, já que é necessário o abate do animal para mensurar tal característica. Além disso informações de *pedigree* em peixes possuem um alto valor de investimento, devido à dificuldade de identificação dos animais.

Devido a isso é importante pesquisar formas de avaliação de características que possam ser medidas nos próprios indivíduos candidatos, que elimine a necessidade do abate e seja de fácil mensuração. Um método muito pesquisado são as medidas morfométricas primárias, principalmente a relação de tais medidas com os pesos corporais.

## 2.2 Morfometrias

As razões morfométricas em peixes são medidas e proporções baseadas na forma e na estrutura do corpo dos peixes. Essas medidas são importantes para a biologia e a ecologia dos peixes e podem fornecer informações valiosas sobre a adaptação, o comportamento, a dieta e o estado de saúde das espécies de peixes.

As medidas morfométricas primárias contribuem para a descrição da forma do corpo do peixe, que varia de acordo com as características de cada espécie de peixe, além de poderem influenciar o peso corporal e o rendimento do filé (BOSWORTH, et al., 1998 e 2001; CIBERT, 1999, citados por DIODATTI, 2006).

A tilápia e o tambaqui, espécies que apresentam formato com compressão lateral uniforme, possuem rendimentos de filé próximos a 30% (SILVA et al., 2016; ARAUJO et al., 2013), que é considerado um rendimento baixo em comparação com outras espécies que apresentam formas fusiformes. De acordo com Contreras-Gusmán (1994), peixes que possuem formato fusiforme, que é caracterizado pelo formato de torpedo/fuso (Dourado, Piau, Atum), possuem rendimentos de filé que correspondem a cerca de 54%.

Miranda & Ribeiro (1997) avaliaram que as razões: altura/comprimento padrão, largura/comprimento padrão e perímetro/comprimento padrão, foram consideradas índices zootécnicos resultantes das variações no formato do corpo, e estes influenciaram as características de carcaça e o rendimento de filé.

Rutten et al. (2005) verificaram que a largura e o comprimento padrão podem ser utilizados como critérios de seleção para a determinação do peso e do rendimento de filé em tilápia do nilo. Medidas essas que são de fácil mensuração em grandes populações e dispensam a necessidade de abate do indivíduo avaliado.

Porém, dados de Gonçalves et al. (2001) demonstraram que a altura do corpo foi determinante no peso de abate e no peso do filé de tilápias, sugerindo que a produção de carne está mais relacionada com a altura do peixe.

Boscolo et al. (2001) encontraram resultados similares, onde demonstraram que relações entre alturas e larguras se mostraram importantes na caracterização da conformação do filé. Concluindo que o aumento dessas relações contribui para um formato do corpo mais robusto.

Trong et al. (2013) utilizou elipticidades, calculadas através das medidas dos planos sagital médio, transversal e frontal da tilápia do Nilo, para estimar a herdabilidade e correlações fenotípicas e genéticas de: peso ao abate e ganho de peso diário. A elipticidade qualifica o quanto uma forma se aproxima da forma de uma elipse. No trabalho os autores concluíram que a elipticidade é um parâmetro útil para descrever melhor a forma da tilápia do Nilo.

Outros fatores além da morfologia dos peixes afetam o rendimento dos filés, sendo algumas: eficiência da máquina filetadora, eficiência e destreza dos operários manuais de filetagem, espessura da pele do peixe, da forma do corpo e da forma de decapitação utilizada (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Todos esses fatores contribuem para perda muscular quando estão sendo executados.

### **2.3 Modelos de predição**

Algumas características zootécnicas, principalmente as relacionadas com rendimentos e qualidade de carcaça, apresentam dificuldade para sua mensuração, devido a procedimentos invasivos, custos elevados, necessidade de maquinários específicos e, muitas vezes, sendo necessário abater o animal, tornando a seleção direta impossível.

Na literatura, existem inúmeras equações preditoras para digestibilidade de rações para peixes (Sales, 2008), distribuição de peixes migradores (Barradas, 2012), aspectos reprodutivos de peixes nativos (Vanderley et al., 2023), crescimento (Janampa-Sarmiento et al., 2020), dentre vários outros estudos de grande importância.

Rutten et al. (2004) foram pioneiros no estudo morfométrico como método não invasivo de avaliação de rendimentos e pesos corporais em tilápias. A morfometria é uma técnica não

invasiva, onde obtém-se medidas corporais e a partir dessas se avalia rendimentos e pesos corporais.

Nguyen et al. (2010) observaram que, em tilápias do Nilo, o peso do filé tem maior correlação genética com o peso corporal (0,96) do que com as dimensões do corpo (0,82), bem como uma baixa correlação genética entre o rendimento de filé e o peso corporal (0,44). Charo-Karisa et al. (2007) trabalharam com correlações fenotípicas e obtiveram valores entre 0,64 e 0,89 para medidas corporais com o peso vivo de tilápia.

Rutten et al. (2004) obtiveram relação linear entre as medidas do corpo e o peso do filé ( $R^2 = 0,95$ ) e, assim como outros trabalhos que vieram posteriormente, obtiveram baixa relação dessas medidas com o rendimento de filé ( $R^2 = 0,15$ ). Porém, encontraram alta correlação entre o peso do filé e a altura (0,91).

Pires et al. (2011), avaliando 890 tilápias do Nilo, elucidaram um modelo de regressão linear a partir de características corporais de fácil observação: comprimento total, comprimento padrão, altura do lombo, espessura do lombo e da cauda, peso corporal e do filé e rendimento do filé. O  $R^2$  obtido foi de 0,80 para o modelo de peso do filé, demonstrando que tais medidas corporais são confiáveis para se predizer o peso do filé. Em contrapartida o  $R^2$  para rendimento do filé foi baixo (0,16).

Tabela 1. Modelos de predição disponíveis na literatura pra peso de filé (PF) e rendimento de filé (RF) obtidos por meio de medidas morfométricas em Tilápias do Nilo. Adaptado de Conte (2011).

Espécie	Equação <sup>(1)</sup>	R <sup>2</sup>	Referência
<i>Oreochromis niloticus</i>	PF = 4,19 + 0,38b <sub>(BW)</sub> - 0,61b <sub>(L)</sub> - 6,089b <sub>(H)</sub> + 13,02b <sub>(W)</sub> + 11,71b <sub>(CL)</sub>	0,95	RUTTEN et al. (2004)
	RF = 32,44 - 0,94b <sub>(L)</sub> - 0,96b <sub>(H)</sub> + 1,86 b <sub>(W)</sub> + 1,39 b <sub>(CL)</sub>	0,15	
<i>Oreochromis niloticus</i>	PF = 237,4430 + 0,2462PESO - 9,9097CC - 3,1205AC <sub>1</sub> - 1,8192CT - 2,2232CTR	0,80	PIRES et al. (2011)
	RF = 59,4165 - 1,1853CC - 0,2029CT - 0,0083PESO - 0,3393AC <sub>1</sub> - 0,2636CTR	0,16	

b<sub>(BW)</sub> = peso corporal, b<sub>(L)</sub> = comprimento padrão, b<sub>(H)</sub> = altura, b<sub>(W)</sub> = largura, b<sub>(CL)</sub> = comprimento do filé corrigido, V = volume, L = comprimento, H = altura, W = largura para as respectivas posições 1,2,3 e 4, ou para os pesos corporais (BW) utilizados no estudo, PESO = peso corporal, CC = comprimento da cabeça, AC<sub>1</sub> = altura caudal, CT = comprimento total e CTR = comprimento do tronco. R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Os animais experimentais foram obtidos do setor de piscicultura da Universidade Federal de Lavras, oriundos do programa de melhoramento genético do mesmo setor. Todos os protocolos aplicados no presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso de Animais (CEUA) sob o protocolo: 003/2021.

No total, foram utilizados 1000 animais de ambos os sexos. A identificação foi realizada através de PIT (Passive Integrated Transponder) implantados na porção superior do filé esquerdo.

#### **3.1 ABATE E PROCESSAMENTO**

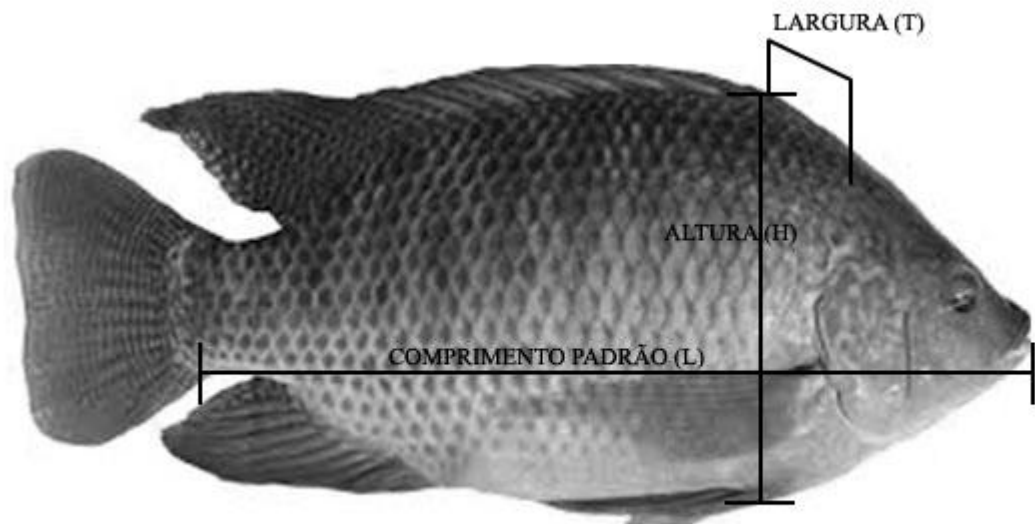
##### **3.1.1 INSENSIBILIZAÇÃO E ABATE**

Após 120 dias de cultivo em tanque-rede e de 24 horas de jejum os animais foram sedados em solução de água e lidocaína na proporção de 190mg/litro, como sugere Okamura et al. (2010), onde ficaram submersos até não apresentarem mais atividade natatória e movimentação do opérculo, em seguida foi feita a secção medular.

##### **3.1.2 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS E PROCESSAMENTO**

O processamento dos animais abatidos foi executado no laboratório de abate e processamento do setor de piscicultura da UFLA. Após a secção medular, os peixes foram pesados e submetidos a avaliação morfométrica (Fig. 1). Durante o processamento as vísceras foram removidas, registrando-se o peso da carcaça sem vísceras. Posteriormente, retirou-se a pele das duas laterais, e os dois filés inteiros foram extraídos. A partir dos filés inteiros, foram retiradas as espinhas, que se encontram no primeiro quarto da linha lateral do filé, obtendo-se assim o peso do filé limpo. Em seguida, os filés inteiros foram seccionados em filé de lombo e filé de barriga, seguindo a linha lateral bem definida, e cada subcorte foi pesado. Por fim, a cabeça foi removida do restante da carcaça e seu peso foi registrado. As variáveis peso total, peso eviscerado, peso dos filés inteiros limpos, peso da cabeça, filés de lombo e filés de barriga foram expressas em gramas e o comprimento padrão, altura e largura do corpo em milímetros.

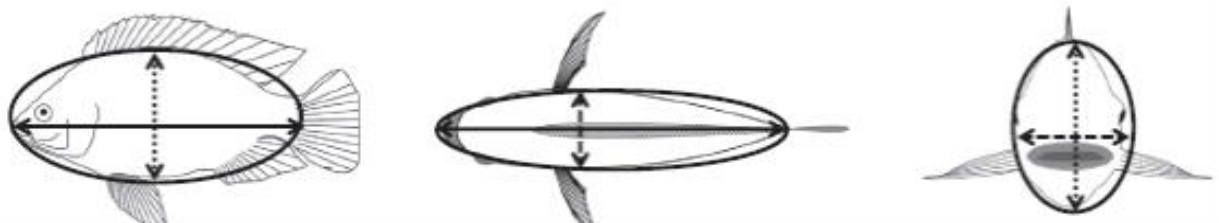
Figura 1. Medidas morfométricas primárias.



### 3.1.3 CÁLCULO DE ELIPTICIDADES E ÁREAS ELÍPTICAS

Através das medidas morfométricas primárias coletadas (altura, largura e comprimento padrão) foram calculadas a elipticidade e a área elíptica. Ambos os cálculos foram utilizados para tentar mensurar de forma mais assertiva o real formato da tilápia como demonstrado na figura 2:

Figura 2. Formas elípticas representadas nos planos lateral, dorsal e frontal, respectivamente.





Para o cálculo das áreas elípticas foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$AEL = \pi \cdot (C/2) \cdot (A/2) \quad AED = \pi \cdot (C/2) \cdot (L/2) \quad AEF = \pi \cdot (A/2) \cdot (L/2)$$

AEL: Área elíptica lateral

AED: Área elíptica dorsal

AEF: Área elíptica frontal

C: Comprimento padrão

A: Altura

L: Largura

Os valores obtidos das áreas elípticas representam a área da elipse dos três planos que compõem a tilápia: lateral, frontal e dorsal.

As elipticidades foram calculadas com base no trabalho de Trong et al. (2013):

$$EL = \frac{(C - A)}{(C + A)} \quad ED = \frac{(C - L)}{(C + L)} \quad EF = \frac{(A - L)}{(A + L)}$$

EL: Elipticidade lateral

ED: Elipticidade dorsal

EF: Elipticidade frontal

C: Comprimento padrão

A: Altura

L: Largura

Os valores obtidos das elipticidades dos planos lateral, frontal e dorsal correspondem a quanto a forma do plano se assemelha a um círculo ou a uma elipse. Valores próximos de 0

indicam que a forma é mais próxima de um círculo e valores próximos de 1 que a forma é mais próxima de uma elipse.

Para calcular os rendimentos foram utilizadas as seguintes fórmulas:

Rendimento do animal eviscerado:  $(\text{Peso da carcaça eviscerada} / \text{Peso total do animal}) \times 100$

Rendimento de cabeça:  $(\text{Peso da cabeça} / \text{Peso total do animal}) \times 100$

Rendimento de filé total limpo:  $(\text{Peso dos filés limpos} / \text{Peso total do animal}) \times 100$

Rendimento de filé de lombo:  $(\text{Peso dos filés de lombo} / \text{Peso total do animal}) \times 100$

Rendimento de filé de barriga:  $(\text{Peso dos filés de barriga} / \text{Peso total do animal}) \times 100$

## **4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

Para este estudo, foi utilizado o método de regressão linear simples onde: os pesos dos componentes corporais e os rendimentos corporais foram considerados como variáveis dependentes. As medidas, áreas elípticas e elipticidades como variáveis independentes.

As correlações entre as variáveis foram calculadas por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson. Foi utilizado o teste T de “Student” (5%) para a análise de significância.

Todas as análises estatísticas foram realizadas, utilizando o software "R" versão 4.3.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

As informações a cerca dos pesos e rendimentos estão descritas na tabela 2 e 3 respectivamente.

Tabela 2. Tabela descritiva dos pesos coletados dos componentes corporais.

COMPONENTE CORPORAL	NÚMERO	PESO (g)			
		Média	Mínimo	Máximo	CV (%)
<i>Peixe inteiro</i>	998	254,4	89,0	573,0	30,4
<i>Peixe Eviscerado</i>	998	228,5	77,0	515,0	31,0
<i>Filé Limpo</i>	998	70,8	19,0	169,0	34,4
<i>Filé de Lombo</i>	998	45,2	12,0	109,0	34,9
<i>Filé de Barriga</i>	998	25,8	7,0	58,0	35,5
<i>Cabeça</i>	998	85,5	32,0	197,0	29,8

Todas as variáveis apresentaram coeficiente de variação (CV) altos, com destaque para os pesos dos filés. A variação de peso dentro da população estudada pode ser um dos fatores que contribuíram para os altos valores de CV. Pires et al. (2011) estudaram um numero maior de animais (890) e com media de peso bem superior ao presente trabalho (833,82 g) e tambem encontraram valores altos para os coeficientes de variação de peso e peso de filé, sendo 16,85 e 17,95 respectivamente. A amplitude de pesos do presente trabalho foi grande, o que gerou o aumento de variação no peso do peixe inteiro e em todos seus componentes dependentes.

Tabela 3. Tabela descritiva dos rendimentos dos componentes corporais.

COMPONENTE CORPORAL	NÚMERO	RENDIMENTO (%)			
		Média	Mínimo	Máximo	CV (%)
<i>Peixe Eviscerado</i>	998	89,7	79,8	97,1	31,0
<i>Filé Limpo</i>	998	27,5	18,5	35,7	9,0
<i>Filé de Lombo</i>	998	17,6	11,6	24,0	10,4
<i>Filé de Barriga</i>	998	10,0	5,8	14,6	12,3
<i>Cabeça</i>	998	33,8	23,3	45,7	8,2

As informações morfométricas são descritas na tabela 4.

Tabela 4. Tabela descritiva dos valores morfométricos primários, elipticidades e áreas elípticas de todos os animais.

VARIÁVEIS	Média	Mínimo	Máximo	CV (%)
<b>Medidas morfométricas primárias (cm)</b>				
<i>C</i>	19,8	14,4	26,8	10,0
<i>L</i>	3,2	2,3	4,3	11,0
<i>A</i>	7,3	4,8	10,2	11,9
<b>Elipticidades</b>				
<i>EL</i>	0,72	0,63	0,76	2,1
<i>ED</i>	0,46	0,37	0,52	4,2
<i>EF</i>	0,38	0,26	0,48	7,1
<b>Áreas elípticas</b>				
<i>AEL</i>	115,6	57,5	206,7	21,4
<i>AED</i>	51,8	28,0	88,8	20,0
<i>AEF</i>	19,4	9,4	35,0	22,1

C= comprimento padrão, L= largura, A= altura, EL= elipticidade lateral, ED= elipticidade dorsal, EF= elipticidade frontal, AEL= área elíptica lateral, AEF= área elíptica frontal e AED= área elíptica dorsal.

As áreas elípticas apresentaram os maiores valores de CV, as medidas padrão obtiveram valores próximos aos descritos na literatura e as elipticidades apresentaram CV's próximos aos descritor pelos autores que a propuseram (Trong et al., 2013).

## 5.2 CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS

Tabela 5. Correlações fenotípicas entre os pesos dos componentes corporais e as medidas morfométricas primárias, elipticidades e áreas elípticas.

VARIÁVEIS	Peixe	Peixe Eviscerado	Filé Limpo	Filé Lombo	Filé Barriga	Cabeça
<b>Medidas morfométricas primárias (cm)</b>						
<i>C</i>	0,95	0,94	0,91	0,90	0,89	0,92
<i>L</i>	0,87	0,86	0,84	0,83	0,81	0,82
<i>A</i>	0,94	0,94	0,91	0,90	0,89	0,92
<b>Elipticidades</b>						
<i>EL</i>	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03	0,03
<i>ED</i>	-0,37	-0,36	-0,35	-0,35	-0,33	-0,33
<i>EF</i>	0,27	0,28	0,26	0,26	0,25	0,29
<b>Áreas elípticas</b>						
<i>AEL</i>	0,97	0,97	0,94	0,93	0,91	0,95
<i>AEF</i>	0,95	0,95	0,92	0,91	0,89	0,91
<i>AED</i>	0,95	0,95	0,92	0,91	0,90	0,92

C= comprimento padrão, L= largura, A= altura, EL= elipticidade lateral, ED= elipticidade dorsal, EF= elipticidade frontal, AEL= área elíptica lateral, AEF= área elíptica frontal, AED= área elíptica dorsal.

As medidas morfométricas primárias e as áreas elípticas apresentaram altas correlações fenotípicas com o peso dos componentes corporais, que foram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) do que as apresentadas pelas elipticidades. Além disso, foram positivas e significativas indicando que as variáveis estiveram proporcionalmente associadas, ou seja, animais com medidas morfométricas primárias e áreas elípticas também obtiveram pesos com valores maiores.

As elipticidades apresentaram correlações baixas, indicando que tais medidas tem pouca ou quase nenhuma correlação com os componentes corporais da tilápia. A variável ED foi a que apresentou maiores correlações, sendo todas negativas, demonstrando que quanto maiores os valores de elipticidade dorsal menores foram os pesos dos componentes corporais e vice-versa. Como observado na Tabela 3, as elipticidades apresentaram baixo CV, o que significa que os valores dessas formas variaram muito pouco entre si. Isso explica por que as elipticidades tiveram pouca representatividade nesse estudo, pois demonstraram que os animais na faixa de peso estudada (89 a 573g) cresceram isometricamente, não apresentando variações suficientes para explicar outras variáveis.

É possível observar que os valores de correlação dos pesos dos componentes corporais com as áreas elípticas (AEL, AEF e AED) foram significativas ( $p < 0,05$ ) e ligeiramente maiores do que com as morfométricas padrão (C, A e L). Isso possivelmente ocorre pelo fato da área elíptica utilizar duas medidas de um plano em seu cálculo e representar melhor, o formato real da tilápia em suas diferentes secções, sendo, conseqüentemente, mais preciso do que somente uma medida isolada.

Os valores correlacionados com o peso total dos animais foram os maiores, uma vez que todos os pesos de carcaça dependem do peso total. Os cortes de filé de lombo e filé de barriga apresentaram valores altos de correlação com todas as medidas, porém os valores com a AEL foram os maiores. O plano AEL leva em consideração a área lateral do animal, onde se encontram os filés, demonstrando que tal plano representa de forma mais acertiva a correlação com tais cortes do filé em relação as medidas padrões (C, A e L). Crepaldi *et. al* (2008), estudaram dois grupos de Surubim (*Pseudoplatystoma spp.*) com média de peso de 2,7 kg e correlacionaram o filé de lombo e o de filé barriga com o peso total dos animais, obtendo o valor de 0,99 para a correlação do filé de lombo e 0,95 para o filé de barriga. Os autores também correlacionaram o comprimento padrão com os filés, tendo registrado 0,86 para a correlação com o filé de barriga e 0,93 para filé de lombo, demonstrando que mesmo em espécies diferentes tais cortes apresentam uma correlação alta com a morfometria.

Zardin (2016) analisou a correlação da área corporal de tilápias do nilo (valor obtido através do cálculo de uma meia elipse) e o volume de filé com o peso dos animais, altura e largura da cauda e comprimento do tronco e assim como o presente trabalho também encontrou valores maiores para a correlação fenotípica das áreas (meia elipse e volume de filé) em relação as medidas simples.

Yoshida et al (2013) estudaram as correlações das mesmas medidas padrões apresentadas neste trabalho (CT, CP, LAR e ALT) com a idade e o peso dos animais em 4 períodos de tempos diferentes para tilápias do nilo. Os valores de correlação tiveram 0,80 de média, com exceção da largura que, assim como o presente trabalho, apresentou valores menores de correção com média de 0,70.

Araújo et al (2018), estudando traíras (*Hoplias malabaricus*), correlacionou o comprimento total e padrão com o peso de filé obtendo valores acima de 0,90 para a correlação das medidas com o peso do filé.

### 5.3 RENDIMENTOS

Tabela 6. Correlações fenotípicas entre os rendimentos as medidas morfométricas primárias, elipticidades e áreas elípticas.

MEDIDAS	RENDIMENTOS CORPORAIS				
	Peixe Eviscerado	Filé Limpo	Filé Lombo	Filé Barriga	Cabeça
<b>Medidas morfométricas primárias (cm)</b>					
<i>C</i>	0,18	0,34	0,30	0,27	-0,14
<i>L</i>	0,09	0,30	0,27	0,23	-0,23
<i>A</i>	0,13	0,32	0,30	0,25	-0,19
<b>Elipticidades</b>					
<i>EL</i>	0,17	0,02	0,00	0,03	0,17
<i>ED</i>	0,04	-0,09	-0,11	-0,05	0,17
<i>EF</i>	0,14	0,09	0,09	0,08	0,03
<b>Áreas elípticas</b>					
<i>AEL</i>	0,17	0,33	0,30	0,26	-0,17
<i>AEF</i>	0,11	0,32	0,29	0,24	-0,20
<i>AED</i>	0,13	0,33	0,30	0,25	-0,19

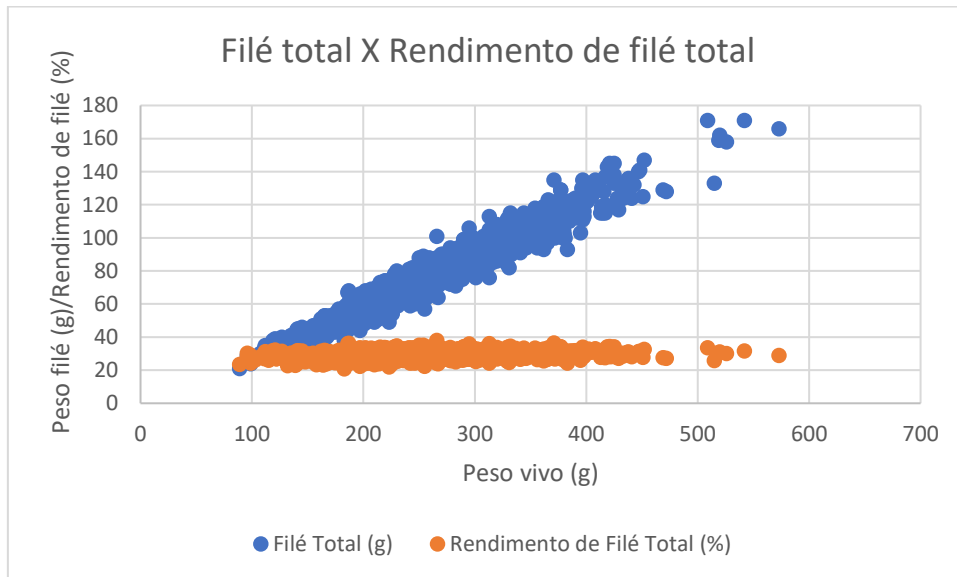
C= comprimento padrão, L= largura, A= altura, EL= elipticidade lateral, ED= elipticidade dorsal, EF= elipticidade frontal, AEL= área elíptica lateral, AEF= área elíptica frontal, AED= área elíptica dorsal.

Os valores da correlação entre as medidas morfométricas primárias e os rendimentos de filé foram todos baixos e positivos. Geralmente, valores de rendimentos cárneos encontrados em estudos são normalmente muito baixos (Santos et. al, 2006; Rutten, 2004; Gonçalves et. al, 2003). Além disso as variáveis de medidas morfométricas primárias e áreas elípticas apresentaram correlação negativa com o rendimento de cabeça.

Para as elipticidades os valores também foram baixos e, assim como a correlação com os pesos dos componentes, apresentaram valores negativos para alguns rendimentos diferindo das demais variáveis morfométricas.

Os modelos preditores descritos por alguns autores pouco explicaram a variação observada. De acordo com Rutten et al. (2004), as medidas morfométricas primárias explicaram somente 15% da variação observada nos rendimentos de filé, e de acordo com Diodatti (2006), explicaram apenas 1% dessa variação. Diferenças entre populações, idade, peso, tipo de processamento e destreza do filetador contribuem para o aumento do erro, dificultando a obtenção de um modelo que melhor explique variações no rendimento de filé.

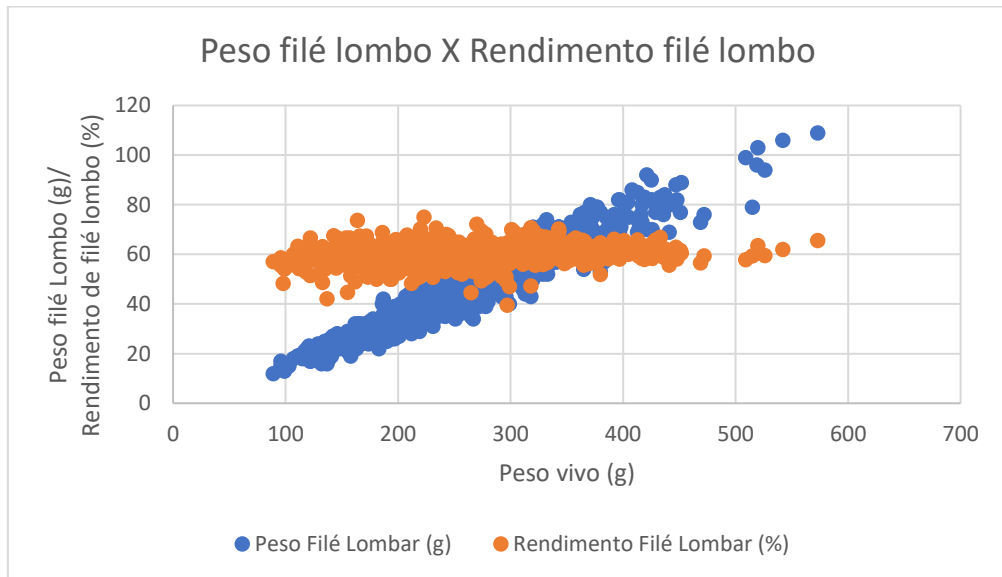
Figura 4. Comportamento dos rendimentos de filé total e dos pesos de filés em função do peso total.



É possível observar que mesmo o peso dos filés variando de 20 a 180 gramas o rendimento, que é a proporção da carne de filé em relação ao peso total do peixe, se manteve praticamente constante se mantendo em aproximadamente 30%. Essa constância indica que os animais cresceram proporcionalmente durante todo o período do experimento até o abate. Nascimento *et. al* (2021) estudou o rendimento de filé em diferentes faixas de pesos, com amplitude de 400 a 1000 gramas, e não encontrou diferença estatística entre elas, o que corrobora com os resultados obtidos. SANTOS *et al.*, (2007), ao avaliarem os rendimentos do processamento de tilápias, em diferentes pesos de abate, também concluíram que os rendimentos de carcaça e filé não dependem do peso com que as tilápias do Nilo são abatidas. Somente a quantidade de filé na carcaça é relacionada com estes pesos.



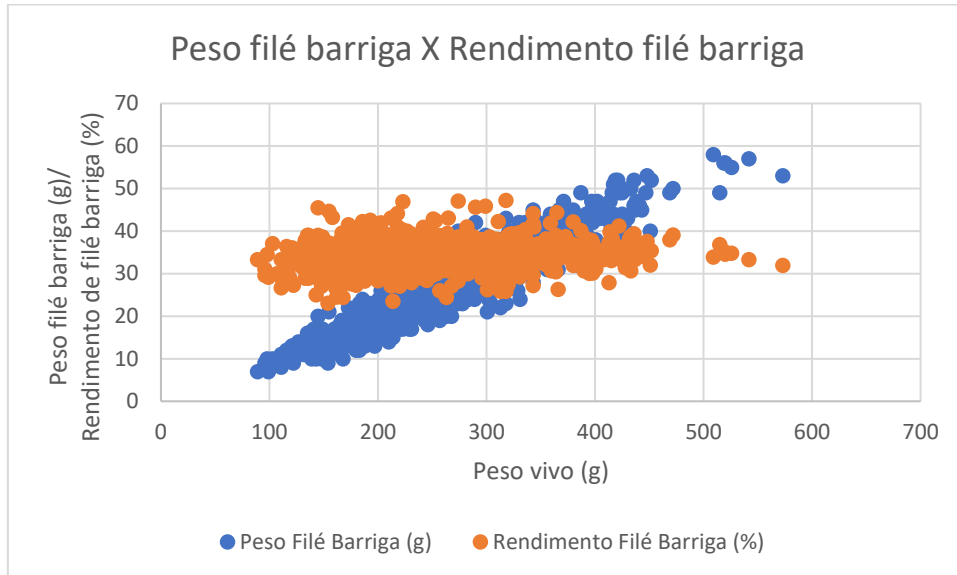
Figura 5. Comportamento dos rendimentos de filé lombar e dos pesos de filé lombar em função do peso total.



O rendimento de filé lombar, e, conseqüentemente, sua isometria em relação ao peso total também, se mantiveram próximos a constância, apresentando maior variação em relação ao rendimento de filé total.

Silva et. al (2016) testaram a significância da espessura de lombo para diferentes faixas de pesos (350 a 1000g) e só encontraram significância na relação rendimento/espessura de lombo para pesos superiores a 750g. Como os animais do presente estudo não superaram tal faixa de peso é indicado que novos estudos sejam feitos com animais mais pesados para verificar se o crescimento isométrico do lombo se mantém em animais com pesos superiores aos apresentados neste experimento.

Figura 6. Comportamento dos rendimentos de filé de barriga e dos pesos de filé de barriga em função do peso total.



O corte de filé de barriga acompanhou a mesma tendência que os outros cortes de filé, porém foi o que mais apresentou variação. O filé de barriga é um corte de difícil execução, pois quanto menor o peixe mais difícil é de se retirar o filé de barriga das costelas do animal, gerando assim uma perda maior. Nascimento et. al (2021) propôs que a melhor faixa de peso preconizando a produção de filés seria entre 800 a 1000 gramas. A média de peso dos animais estudados foi de 250 gramas, bem abaixo da faixa de peso sugerida, o que pode ter gerado essa variação maior. Além disso o rendimento do filé de barriga se apresentou maior (média de 30% em relação ao peso do filé total limpo) do que outras espécies como Beijupirás (*R. canadum*) de 4 a 6% (Castro et al., 2017) e Surubins (*Pseudoplatystoma spp.*) 12% (Crepaldi et al. 2008).

## 5.4 REGRESSÕES

Assim como as demais análises desse estudo, as medidas morfométricas primárias (C, A e L) e as áreas elípticas (AEL, AEF e AED) apresentaram bons ajustes aos modelos. As elipticidades (EL, ED e EF), apresentaram ajustes ruins e baixos coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

O filé total limpo (Tabela 7), tanto para peso quanto para rendimento, foi o corte que apresentou os melhores valores de  $R^2$ , seguido pelo peso e rendimento do filé de lombo e por fim peso e rendimento de filé de barriga, cortes esses que são dependentes do filé total e por isso apresentam maior variação e conseqüentemente menor ajuste aos modelos.

Tabela 7. Modelos de predição para peso de filé total limpo obtidos por meio de medidas morfométrica, elipticidades e áreas elípticas em Tilápias do Nilo.

<b>Peso Filé Total Limpo</b>		
<b>Variáveis</b>	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Medidas morfométricas primárias (cm)</b>		
<b>C</b>	$PFL = -151,58 + 11,18 \times L$	0,84
<b>L</b>	$PFL = -115,19 + 56,56 \times T$	0,70
<b>A</b>	$PFL = -116,05 + 25,49 \times H$	0,84
<b>Elipticidades</b>		
<b>EL</b>	P-valor > 0,05	$\cong 0$
<b>ED</b>	$PFL = 273,02 - 437,78 \times E(LT)$	0,12
<b>EF</b>	$PFL = -19,60 + 238,07 \times E(HT)$	0,06
<b>Áreas elípticas</b>		
<b>AEL</b>	$PFL = -36,17 + 0,92 \times AEL$	0,88
<b>AEF</b>	$PFL = -30,72 + 5,30 \times AEF$	0,84
<b>AED</b>	$PFL = -41,58 + 2,16 \times AED$	0,85

C= comprimento padrão, L= largura, A= altura, EL= elipticidade lateral, ED= elipticidade dorsal, EF= elipticidade frontal, AEL= área elíptica lateral, AEF= área elíptica frontal e AED= área elíptica dorsal.

O peso de filé total limpo apresentou valores de  $R^2$  considerados altos (> 0,80) para C, A, AEL, AEF e AED, e T apresentou o menor valor dentre as variáveis que melhor se ajustaram aos modelos (Tabela 5). Os valores apresentados para as medidas de A e C estão de acordo com a literatura onde os autores, utilizando ambas ou somente uma dessas medidas, também obtiveram valores de  $R^2$  acima de 0,80 (Conte, 2011; Pires et al., 2011; Rutten et al. 2004; Araújo, 2018).

As tilápias são peixes achatados lateralmente (Silva et al., 2015) o que implica diretamente na produção do filé, já que o comprimento e a altura interferem muito mais no tamanho do filé do que a largura. Como os animais do estudo apresentaram média de peso muito baixa (250g) a espessura do filé, afetada diretamente pela largura do animal, pouco variaram e, por consequência, apresentaram valor menor de  $R^2$  em relação as outras duas medidas padrão (H e L).

As áreas elípticas obtiveram valores estatisticamente ( $p < 0,05$ ) melhores do que as medidas simples, evidenciando que essas áreas são melhores preditoras em relação as medidas morfométricas primárias. Além de ótimos coeficientes de determinação as áreas elípticas ajustaram a largura para uma forma próxima do real, pois a largura como medida única tinha uma influência menor no filé, mas levando em consideração as outras duas medidas na fórmula, esta foi ajustada para uma forma mais aproximada ao formato real da tilápia, tornando todos os planos bons preditores para a faixa de peso estudada. A AEL foi a que apresentou melhor  $R^2$ , devido ao fato de levar em conta em sua fórmula as duas principais medidas que afetam o filé em tilápias.

Tabela 8. Modelos de predição para peso de filé de lombo e barriga obtidos por meio de medidas morfométrica primárias, elipticidades e áreas elípticas em Tilápias do Nilo.

Medida morfométrica	Peso Filé de Lombo		Peso Filé de Barriga	
	Equação	$R^2$	Equação	$R^2$
<b>Medidas morfométricas primárias (cm)</b>				
<b>C</b>	$PFLO = -97,08 + 7,16 \times L$	0,81	$PFBA = -55,62 + 4,09 \times L$	0,79
<b>L</b>	$PFLO = -74,07 + 36,29 \times T$	0,69	$PFBA = -42,053 + 20,63 \times T$	0,66
<b>A</b>	$PFLO = -74,79 + 16,38 \times H$	0,82	$PFILBA = -42,3812 + 9,3026 \times H$	0,79
<b>Elipticidades</b>				
<b>EL</b>	P-valor > 0,05	$\cong 0$	P-valor > 0,05	$\cong 0$
<b>ED</b>	$PFLO = -178,00 - 287,37 \times E(LT)$	0,12	$PFBA = 98,33 - 157,02 \times E(LT)$	0,11
<b>EF</b>	$PFLO = -13,35 + 154,36 \times E(HT)$	0,06	$PFBA = -7,32 + 87,21 \times E(HT)$	0,06
<b>Áreas elípticas</b>				
<b>AEL</b>	$PFLO = -23,33 + 0,59 \times AEL$	0,86	$PFBA = -13,28 + 0,34 \times AEL$	0,83
<b>AEF</b>	$PFLO = -19,89 + 3,40 \times AEF$	0,82	$PFBA = -11,23 + 1,93 \times AEF$	0,79
<b>AED</b>	$PFLO = -26,73 + 1,38 \times AED$	0,83	$PFBA = -15,26 + 0,79 \times AED$	0,80

C= comprimento padrão, L= largura, A= altura, EL= elipticidade lateral, ED= elipticidade dorsal, EF= elipticidade frontal, AEL= área elíptica lateral, AEF= área elíptica frontal, AED= área elíptica dorsal, PFLO= peso filé de lombo e PFBA= peso filé de barriga

Os cortes de lombo e barriga são dependentes do corte de filé total e devido a isso apresentam mais fontes de variação e um erro maior em suas predições. A maior parte da porção do filé de tilápia encontra-se no lombo o que explica os maiores coeficientes para o filé de lombo em relação ao filé de barriga.

A altura (A) foi a medida simples que obteve o maior valor de  $R^2$  para filé de lombo e indo em desencontro ao que se esperava a largura (L) apresentou um valor bem abaixo das outras duas medidas. Silva et al. (2016) estudaram índices morfométricos que favorecem o rendimento de filé de tilápia do Nilo, neste estudo encontraram uma correlação alta da espessura do lombo com a altura (0,97) e uma correlação moderada com o comprimento (0,44), para uma faixa de peso semelhante à faixa estudada.

Para o filé de barriga a largura também obteve um coeficiente de determinação bem menor, o que nesse caso era esperado, uma vez que o filé de barriga se encontra na porção inferior do animal aderido às costelas e morfologicamente se desenvolvem menos em relação ao lombo.

As áreas elípticas também apresentaram maior predição para os cortes provenientes do filé. A AEL apresentou o melhor valor de  $R^2$  dentre todas as morfometrias tanto para o lombo quanto para a barriga, frisando a importância da mensuração conjunta do comprimento e altura.

Tabela 9. Modelos de predição para rendimento de filé total limpo obtidos por meio de medidas morfométrica, elipticidades e áreas elípticas em Tilápias do Nilo.

<b>Rendimento Filé Total Limpo</b>		
<b>Medida morfométrica</b>	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Medidas morfométricas primárias (cm)</b>		
<b>C</b>	$RFL = 18,19 + 0,43 \times L$	0,12
<b>L</b>	$RFL = 20,70 + 2,09 \times T$	0,09
<b>A</b>	$RFL = 20,73 + 0,93 \times H$	0,10
<b>Elipticidades</b>		
<b>EL</b>	P-valor > 0,05	$\cong 0$
<b>ED</b>	P-valor > 0,05	$\cong 0$
<b>EF</b>	P-valor > 0,05	$\cong 0$
<b>Áreas elípticas</b>		
<b>AEL</b>	$RFL = 23,67 + 0,03 \times AEL$	0,11
<b>AEF</b>	$RFL = 23,94 + 0,18 \times AEF$	0,10
<b>AED</b>	$RFL = 23,43 + 0,08 \times AED$	0,11

C= comprimento padrão, L= largura, A= altura, EL= elipticidade lateral, ED= elipticidade dorsal, EF= elipticidade frontal, AEL= área elíptica lateral, AEF= área elíptica frontal, AED= área elíptica dorsal e RFL= rendimento de filé total.

Os coeficientes de determinação de todas as variáveis foram baixos para rendimento de filé total limpo. As medidas morfométricas primárias (C, L e A) apresentaram valores de R<sup>2</sup> muito próximos das áreas elípticas (AEL, AEF e AED), o que denota que mesmo os valores resultantes das áreas elípticas não conseguiram aumentar o R<sup>2</sup>. Para as elipticidades (EL, ED e EF) o resultado foi ínfimo, aonde todas as três razões obtiveram coeficientes tendendo a 0, ou seja, tais medidas não explicam nada na variação do rendimento de filé total.

De forma geral é difícil prever o rendimento de filé a partir de medidas morfométricas primárias, assim como elucidado por outros autores como Diodatti (2006) que obteve um R<sup>2</sup> de 0,01 para a largura do corpo como predição para o rendimento de filé, Rutten et al. (2004) que obtiveram 0,15 e Pires et al. (2011) que calcularam um R<sup>2</sup> de 0,16.

A própria biologia das tilápias também contribui para os resultados de R<sup>2</sup> baixos. Como demonstrado nas figuras 4,5 e 6 os rendimentos de filés, para as faixas de peso estudadas, variaram muito pouco mesmo com o peso vivo apresentando uma variação muito grande.

Tabela 10. Modelos de predição para rendimento de filé de lombo e barriga obtidos por meio de medidas morfométrica primárias, elipticidades e áreas elípticas em Tilápias do Nilo.

Medida morfométrica	Rendimento Filé de Lombo		Rendimento Filé de Barriga	
	Equação	R <sup>2</sup>	Equação	R <sup>2</sup>
<b>Medidas morfométricas primárias (cm)</b>				
<b>C</b>	RFLO = 11,93 + 0,28 × L	0,09	RFBA = 6,68 + 0,17 × L	0,07
<b>L</b>	RFLO = 12,96 + 1,42 × T	0,07	RFBA = 7,46 + 0,78 × T	0,05
<b>A</b>	RFLO = 12,91 + 0,64 × H	0,09	RFBA = 7,44 + 0,35 × H	0,06
<b>Elipticidades</b>				
<b>EL</b>	P-valor > 0,05	≅ 0	P-valor > 0,05	≅ 0
<b>ED</b>	P-valor > 0,05	≅ 0	P-valor > 0,05	≅ 0
<b>EF</b>	P-valor > 0,05	≅ 0	P-valor > 0,05	≅ 0
<b>Áreas elípticas</b>				
<b>AEL</b>	RFLO = 14,99 + 0,02 × AEL	0,09	RFBA = 8,54 + 0,02 × AEL	0,07
<b>AEF</b>	RFLO = 15,14 + 0,13 × AEF	0,08	RFBA = 8,67 + 0,07 × AEF	0,06
<b>AED</b>	RFLO = 14,86 + 0,05 × AED	0,09	RFBA = 8,46 + 0,03 × AED	0,06

C= comprimento padrão, L= largura, A= altura, EL= elipticidade lateral, ED= elipticidade dorsal, EF= elipticidade frontal, AEL= área elíptica lateral, AEF= área elíptica frontal e AED= área elíptica dorsal.

Os rendimentos dos cortes dos filés, assim como ocorreu com os pesos dos cortes, seguiram a tendencia e apresentaram equações ainda menos preditivas em relação ao filé total.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foi realizado este estudo, conclui-se que as elipticidades lateral, dorsal e frontal apresentaram correlações mais baixas para os pesos dos componentes corporais do que as medidas morfométricas primárias e áreas elípticas, bem como menores coeficientes de determinação. As áreas elípticas (AEL, AEF e AED) apresentaram os maiores valores de correlação e os melhores ajustes para as equações de predição dos pesos de filé, mostrando-se melhores preditoras que as medidas morfométricas primárias. A área elíptica lateral (AEL) foi a área elíptica mais bem correlacionada com os pesos de filé (PFL) e com o melhor coeficiente de determinação. Assim, a equação  $PFL = -36,17 + 0,92 \times AEL$  pode ser utilizada como preditora do peso de filé total limpo. Sugere-se novos estudos que considerem médias de peso superiores as utilizadas neste trabalho.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ANUÁRIO 2022 PEIXE BR DA PISCICULTURA.** São Paulo- Sp, 2022.

ARAUJO, M. T., *et al.* AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE FILÉ DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) UTILIZANDO DIFERENTES MODOS DE FILETAGEM. **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – Jepex 2013.** Recife-PE. dez. 2013.

ARAÚJO, K. C. *et al.* CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS, RENDIMENTO DE FILÉ E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA TRAÍRA. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 25, 19 nov. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5198>. Acesso em: 18 out. 2023.

BARRADAS, José Ricardo de Souza. **Revisão de modelos probabilísticos de distribuição: uma aplicação para peixes migradores.** 2012. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10923/5306>. Acesso em: 13 nov. 2023.

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, v.30, n.5, p.1391- 1396, set./out. 2001.

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

Conte, B. D.. Predição do peso e do rendimento de filé de tilápia do Nilo a partir de medidas ultrassonográficas e morfométricas, e validação dos modelos de regressão / Bianchecci Danielli Conte. – Marechal Cândido Rondon, 2011. 70 p.

CASTRO, L. A. A. *et al.* AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DOS FILÉS E RESÍDUOS DA FILETAGEM DO BEIJUPIRÁ CULTIVADO E SELVAGEM. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 50, n. 1, p. 15, 14 dez. 2017.

CHARO-KARISA, Harrison *et al.* Phenotypic and genetic parameters for body measurements, reproductive traits and gut length of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selected for growth in low-input earthen ponds. **Aquaculture**, v. 273, n. 1, p. 15-23, nov. 2007.

Charo-Karisa, H., Komen, H., Rezk, M.A., Ponzoni, R.W., van Arendonk, J.A.M., Bovenhuis, H.. Heritability estimates and response to selection for growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in low-input earthen ponds. **Aquaculture** 261, 479–486., 2006.

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

Crepaldi, D. V. *et al.* Rendimento de carcaça em surubim (*Pseudoplatystoma spp.*) avaliado por ultra-som. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.4, p. 813 - 824, out/dez, 2008.



Dias, M. A. D; Freitas, R. T. F; Arranz; S. E; Villanova, G. V; Hilsdorf, A. W.S.. Evaluation of the genetic diversity of microsatellite markers among four strains of *Oreochromis niloticus*. *Animal Genetics*. 47, 345–353, 2016.

DIODATTI, F. C. **MEDIDAS MORFOMÉTRICAS NO PESO E RENDIMENTO DE COMPONENTES CORPORAIS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**. 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2006.

EKNATH, A.E.; BENTSEN, H.B.; GJERDE, B.; TAYAMEN, M.M.; ABELLA, T.A.; CIRCA, A.V.; GJEDREM, T.; PULLIN, R.S.V. Approaches to national fish breeding programs: pointers from a tilapiapilot study. *NAGA, The Iclarm Quartely*, v.14, n.2, p. 10-12, 1991.

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 2018.

GJEDREM, T. Genetic improvement of cold-water fish species. *Aquaculture Research*, v.31, 2000.

Gjerde, B., Mengistu, S.B., Ødegård, J., Johansen, H., Altamirano, D.S.. Quantitative genetics of body weight, fillet weight and fillet yield in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 342–343, 117–124, 2012.

Gjerde, B., Schaeffer, L.R.. Body traits in rainbow trout: II. Estimates of heritabilities and of phenotypic and genetic correlations. *Aquaculture* 80, 25–44, 1989.

GONÇALVES, T.M.; ALMEIDA, A.J.L.; OLIVEIRA, H.N. Avaliação de características de carcaças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, p.38., 2001.

GONÇALVES, T. M.; ALMEIDA, A.J.L; BORGES, E. E. S.. Características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em quatro classes de peso ao abate. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 1, 17 abr. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v25i1.2069>. Acesso em: 9 out. 2023.

GOODMAN, R.K.A. **A comparison of morphometric characteristics og channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) from seven different geographical locations**. 27p. Thesis (M.S)–Auburn Universitt, Auburn, 1973.

GRÍGIO, R.; SILVA, L.C.R.; MAUERWERK, M.T.; COLPINI, L.M.S.; ZANELLA JÚNIOR, M.C; MEURER, F. 2020. Produtos e coprodutos da criação alternada da tilápia do Nilo com o jundiá. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 3(3): 1679-1696.

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

JANAMPA-SARMIENTO, P. C. *et al.* Nonlinear regression analysis of length growth in cultured rainbow trout. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 5, p. 1778-1788, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11776>. Acesso em: 13 nov. 2023.

Kim, J.H., Lee, J.H., Kim, H.C., Noh, J.K., Kang, J.H., Kim, K.K.. Body shape and growth in reciprocal crosses of wild and farmed olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. **Journal of the World Aquaculture Society** 42, 268–274, 2011.

KUBTZA, F. **Panorama da aquicultura**. Doenças e parasitas no cultivo da tilápia, v.15, n.81, p.15, maio/jun. 2005.

LYMBERG, A.J.; DOUPÉ, R.G.; JENKINS, G.; THORNE, T. Genetics in the aquaculture industry. **Aquaculture Research**, v.31, p. 1-2, 2000.

MASSAGO, H., CASTAGNOLLI, N., MALHEIROS, E.B., RIBEIRO, T.C., KOBERSTEIN, D., SANTOS, M.A., RIBEIRO, R.P., 2010. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 397-403. MPA, 2011. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011, Brasil. Brasília, DF. 60p

MELO, C. C. V. Efeitos diretos e indiretos das medidas e razões morfométricas sobre os rendimentos corporais de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). Lavras, UFLA, 2012, 45 p.

MIRANDA, M.O.T.; RIBEIRO, L.P. Características zootécnicas do surubim (*Pseudoplatiloma coruscans*). In: MIRANDA, M.O.T (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA. p.43-56, 1997.

Navarro, A., Zamorano, M.J., Hildebrandt, S., Ginés, R., Aguilera, C., Afonso, J.M.. Estimates of heritabilities and genetic correlations for growth and carcass traits in gilthead seabream (*Sparus auratus* L.), under industrial conditions. **Aquaculture** 289, 225–230, 2009.

NASCIMENTO, L. G. O; BOTELHO, L. F. R.; ANDRADE, M. C. G. **Produção Animal e Vegetal: Inovações e Atualidades**. [S. l.]: Agron Food Academy, 2021. *E-book*. ISBN 9786599539633. Disponível em: <https://doi.org/10.53934/9786599539633>. Acesso em: 3 out. 2023.

NELSON, Joseph S.; GRANDE, Terry C.; WILSON, Mark VH. **Fishes of the World**. John Wiley & Sons, 2016.

Nguyen, N.H., Khaw, H.L., Ponzoni, R.W., Hamzah, A., Kamaruzzaman, N.. Can sexual dimorphism and body shape be altered in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by genetic means. **Aquaculture**. 272 (Supplement 1), 38–46, 2007.

NGUYEN, Nguyen Hong *et al.* Correlated response in fillet weight and yield to selection for increased harvest weight in genetically improved farmed tilapia (GIFT strain), *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 305, n. 1-4, p. 1-5, jul. 2010.

- OKAMURA, D. *et al.* Influência da concentração de benzocaína e do comprimento dos peixes na anestesia e na recuperação de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 971-976, 2010.
- PONZONI, R.W.; KHAW, H.L.; NGUYEN, H.N. Investment appraisal of genetic improvement programs in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 269, p.187–199, 2007.
- PIRES, A.V. *et al.* Predição do rendimento e do peso do filé de tilápia-do-Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 3, 8 jun. 2011.
- ROMANA-EGUIA, M.R.R.; IKEDA, M.; BASIAO, Z.U.; TANIGUCHI, N. Genetic diversity in farmed Asian Nile and red hybrid tilapia stocks evaluated from microsatellite and mitochondrial DNA analysis. **Aquaculture**, v. 236, p. 131–150. 2004.
- RUTTEN, M.J.M.; BOVENHUI, H.; KOMEN, H. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v. 231, p. 113–122. 2004.
- RUTTEN, M.J.M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v.246, n.1/4, p.125-132, Jan./Feb. 2005.
- SALES, James. The use of linear regression to predict digestible protein and available amino acid contents of feed ingredients and diets for fish. **Aquaculture**, v. 278, n. 1-4, p. 128-142, jun. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.03.046>. Acesso em: 13 nov. 2023.
- SANTOS, V. B. dos *et al.* Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, out. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-70542007000500032>. Acesso em: 4 out. 2023.
- SANTOS, V.B.; FREITAS, R.T.F.; LOGATO, P.V.R.; FREATO, T.A.; ORFÃO, L.H.; MILLIOTI, L.C. 2007 Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras 31(2): 554-562.
- SILVA, L. M. *et al.* DETERMINAÇÃO DE ÍNDICES MORFOMÉTRICOS QUE FAVORECEM O RENDIMENTO INDUSTRIAL DE FILÉS DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*). **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo- Sp, n. 42, p. 252-257, 2016.
- SOUZA, M.L.R.; CASTAGNOLLI, N.; KONKRA, S.N. Influência das densidades de estocagem e sistema de aeração sobre o peso e características de carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.20, n.3, p.387-393, ago. 1998.
- TRONG, T. Q. *et al.* Heritability and genotype by environment interaction estimates for harvest weight, growth rate, and shape of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) grown in river cage and VAC in Vietnam. **Aquaculture**, Vietnam, v. 387, p. 119-127, 2013.

TURRA, E. M. **ESTUDOS GENÉTICOS LONGITUDINAIS DE PESO, RENDIMENTO DE FILÉ E MEDIDAS MORFOMÉTRICAS EM TILÁPIAS DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**. 73 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Veterinária, Belo Horizonte - Mg, 2010.

VAN TASSEL, C.P.; VAN VLECK D.L. A manual for use of MTGSAM. A set of FORTRAN programs to apply Gibbs sampling to animal models for variance component estimation (DRAFT). *Lincoln: Department of Agriculture Research Service*, p.86. , 1995.

VANDERLEY, Carminda Sandra Brito Salmito *et al.* Determinação da concentração espermática de tambaqui (*Colossoma macropomum*) por espectrofotometria. **Ciência Animal Brasileira**, v. 24, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-74695p>. Acesso em: 13 nov. 2023.

WEATHERLEY, A.H., Gill, H.S., Casselman, J.M.. *The Biology of Fish Growth*. Academic Press, London, 1987.

YOSHIDA, G. M. *et al.* Resposta à seleção de características de desempenho e morfológicas de tilápia-do-nilo ao longo do período de cultivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 6, p. 1815-1822, dez. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-09352013000600032>. Acesso em: 18 out. 2023.

ZARDIN, A. M. S. O.. **IMPACTO DA SELEÇÃO GENÉTICA NA MORFOMETRIA E DESEMPENHO DE TILÁPIAS DO NILO**. 2016. 63 p. Tese de doutorado — Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2016.