

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

CURSO DE BACHARELADO DE ZOOTECNIA

CURVAS DE CRESCIMENTO DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E SEUS HÍBRIDOS POR MEIO DE MODELOS NÃO LINEARES

MARYENE ARANTES SILVA

Rio Verde, GO
2019

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
CURSO DE BACHAREL EM ZOOTECNIA**

**CURVAS DE CRESCIMENTO DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*),
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E SEUS HÍBRIDOS POR MEIO
DE MODELOS NÃO LINEARES**

MARYENE ARANTES SILVA

Trabalho de Curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus Rio
Verde, como requisito parcial para a
obtenção do Grau de Bacharel em
Zootecnia.

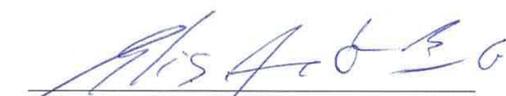
Orientador: Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa

**Rio Verde, GO
2019**

MARYENE ARANTES SILVA

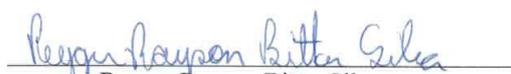
**CURVAS DE CRESCIMENTO DE PACU (*Piaractus
Mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E SEUS
HÍBRIDOS POR MEIO DE MODELOS NÃO LINEARES**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 22 de Novembro de 2019, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:


Prof. Dr. Elis Aparecido Bento
Instituto Federal Goiano


Priscilla Freitas Santos
Instituto Federal Goiano


Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde – GO


Reyger Rayson Bittar Silva
Instituto Federal Goiano
Campus Rio Verde - GO

Rio Verde, GO
2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSI586 Silva, Maryene Arantes
cc Curvas de crescimento de Pacu (*Piaractus
mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e
seus híbridos por meio de modelos não lineares /
Maryene Arantes Silva; orientadora Adriano Carvalho
Costa. -- Rio Verde, 2019.
37 p.

Monografia (em Bacharelado em Zootecnia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Desenvolvimento. 2. Melhoramento. 3. Peixes
redondos. I. Costa, Adriano Carvalho, orient. II.
Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Tese | <input type="checkbox"/> | Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> | Dissertação | <input type="checkbox"/> | Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> | Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> | Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> | TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> | Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> | Produto Técnico e Educacional - Tipo: | | |

Nome Completo do Autor: Maryene Arantes Silva
Matrícula: 2015102201840286 Título do Trabalho: CURVAS DE CRESCIMENTO DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E SEUS HÍBRIDOS POR MEIO DE MODELOS NÃO LINEARES

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

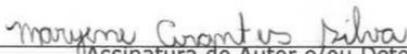
Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 06 / 02 / 2020
O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde 06 / 02 / 2020
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO (TC)

ANO	SEMESTRE
2019	2º

No dia 22 do mês de novembro de 2019, às 9 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes Dr. Adriano Carvalho Costa e Dr. Elis Aparecido Bento, ainda o Licenciado em Ciências Biológicas Reyger Rayson Bittar Silva e a Médica Veterinária Priscilla Freitas Santos para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado **CURVAS DE CRESCIMENTO DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*), TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E SEUS HÍBRIDOS POR MEIO DE MODELOS NÃO LINEARES** da acadêmica **MARYENE ARANTES SILVA**, Matrícula nº 2015102201840286 do Curso de Bacharelado de Zootecnia do IF Goiano - Campus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** da acadêmica. Ao final da sessão pública de defesa, foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

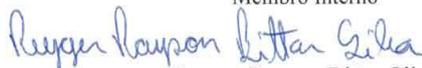
Rio Verde-GO, 22 de novembro de 2019.



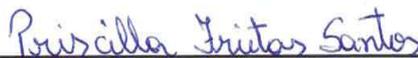
Dr. Adriano Carvalho Costa
IF Goiano - Rio Verde
Orientador



Dr. Elis Aparecido Bento
IF Goiano - Rio Verde
Membro Interno



Reyger Rayson Bittar Silva
Licenciado em Ciências Biológicas
Membro Externo



Priscilla Freitas Santos
Médica Veterinária
Membro Externo

Observação:

() O(a) acadêmico(a) não compareceu à defesa do TC.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar força para lutar e correr atrás dos meus sonhos e que sempre estará em primeiro lugar na minha vida.

Quero muito agradecer a mim, por eu não ter desistido e sempre acreditar que sou capaz.

A minha família que sempre me apoiou nas minhas escolhas acadêmicas e profissionais. Meus pais, Joval Divino Candido da Silva e minha mãe Ariene Arantes Moraes que sempre me passaram todo o carinho e incentivo pra seguir em frente!

Minha irmã, Adryeny Arantes Silva por mais uma vez acreditar que sou capaz e por sempre me inspirar, agradeço pela compreensão, orientação, ajuda e apoio.

Ao Mikael José dos Santos Silva pela compreensão, pelo incentivo e apoio e por sempre estar ao meu lado.

Ao Gino Martins Cerebellin por toda ajuda nos experimentos e apoio.

Ao meu orientador Adriano Carvalho Costa, que sempre serei grata pela amizade e orientação.

E tenho também muita gratidão a todos os meus professores que fizeram parte da minha formação profissional, em especial Elis Bento, Karen, Cibele, Ana Paula, Kátia Cylene, Marco Antônio, Thiago e aos demais.

Enfim, a todos que de alguma forma estiveram próximos de mim de forma direta e indireta, fazendo parte da minha vida durante a graduação.

Muito obrigada!

SILVA, Maryene Arantes. **Curvas de crescimento de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos por meio de modelos não lineares**, 2019, 37p. Monografia (Curso Bacharelado de Zootécnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

RESUMO: Os modelos lineares vem sendo muito muito utilizados para descrever o crescimento seja dos animais ou das plantas. Em Serrasalmídeos estes modelos para descrever o crescimento do peso e dos produtos gerados com o processamento são escassos na literatura científica. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento do peso corporal e dos produtos gerado com o processamento de Pacu, Tambacu, Tambaqui e Paqui por meio de modelos não lineares. As espécies foram cultivadas separadamente nos viveiros de terra, ficando neste local até o peso médio de 1200 g, finalizando aos 196 dias de cultivo. Foi verificado o ajustes dos modelos: Exponencial, Von Bertalanffy, Brody, Gompertz e Logístico por meio dos critérios de Akaike (AIC) de informação Bayesiano (BIC). Para o ajuste dos modelos de regressão não linear, foram testados os modelos: O modelo Logístico apresentou menor para os pesos do corpo, carcaça e costela para todos os grupos genéticos e também para os parâmetros peso da cabeça e do filé para o Tambaqui, Tambacu e Paqui. Para os pesos do filé, pele e vísceras do Pacu, o modelo Brody, Von Bertalanffy, Gompertz, Logístico e Exponencial. O mesmo foi observado para a pele do tambaqui e vísceras do tambacu. O modelo exponencial para cabeça no Pacu, pele em Tambacu e Paqui e vísceras do Tambaqui e Paqui. Entre os modelos sigmóides, verificou-se que o parâmetro “A” para todas as características em todos os grupos genéticos apresentou maior valor para o modelo Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico, o inverso foi observado para o parâmetro “K”. Em relação ao parâmetro B, também se verificou coerência, sendo maior para o modelo logístico, seguido por Gompertz, Brody e Von Bertalanffy. Com isso aos resultados de carcaça de peixes têm grande importância do ponto de vista econômico e de produção, pois, por meio destes, pode-se realizar estimativas de produtividade tanto ao piscicultor como para a indústria de processamento de pescado.

Palavras-chave: Desenvolvimento, Melhoramento, Peixes Redondos.

LISTA DE TABAELAS

- Tabela 1. Formas gerais das funções não lineares mais utilizadas para descrever o crescimento de peixes redondos e seus híbridos.....17
- Tabela 2. Calculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do peso corporal dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.....24
- Tabela 3. Calculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro corpo dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.....25
- Tabela 4. Calculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro cabeça dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.....26
- Tabela 5. Calculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro filé dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.....27
- Tabela 6. Calculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro costela dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.....28
- Tabela 7. Calculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro pele dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.....29
- Tabela 8. Calculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro víscera dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.....30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplar do Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	14
Figura 2. Exemplar do Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	15
Figura 3. Exemplar do Tambacu.....	16
Figura 4. Exemplar do Paqui.....	16
Figura 5. Esquema de acasalamento dialético entre Pacu e Tambaqui.....	21
Figura 6. Viveiro de cultivo.....	22
Figura 7. Curva de crescimento ajustados por meio dos modelos não lineares para peso, corpo, cabeça, filé, costela, pele e víscera, do grupo genético Pacu.....	31
Figura 8. Curva de crescimento ajustados por meio dos modelos não lineares para peso, corpo, cabeça, filé, costela, pele e víscera, do grupo genético: Tambaqui.....	31
Figura 9. Curva de crescimento ajustados por meio dos modelos não lineares para peso, corpo, cabeça, filé, costela, pele e víscera, do grupo genético: Tambacu.....	32
Figura 10. Curva de crescimento ajustados por meio dos modelos não lineares para peso, corpo, cabeça, filé, costela, pele e víscera, do grupo genético: Paqui.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Descrição das espécies.....	13
2.1.1 Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	13
2.1.2 Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	14
2.1.3 Híbridos.....	15
3. SELEÇÃO DE MODELO DE CURVA DE CRESCIMENTO	16
4. ALOMETRIA.....	19
5. CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	19
6. MATERIAL E MÉTODO.....	20
7. RESULTADOS.....	23
8. DISCUSSÃO.....	33
9. CONCLUSÕES.....	35
10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	36

1. INTRODUÇÃO

A produção aquícola mundial é o setor que mais se desenvolve dos demais setores de produção de alimentos de origem animal. A piscicultura no Brasil obteve um crescimento de 4,5% em 2018 e atingiu 722.56 toneladas (PEIXE BR, 2019). O consumo mundial per capita em 2015 foi de 20,2 kg de peixe, estimando um crescimento para 20,5 kg até o ano de 2017 (FAO, 2018).

O avanço da piscicultura com espécies nativas é de grande relevância para a produção e desenvolvimento da piscicultura nacional. Entretanto, informações sobre os índices produtivos para a maioria das espécies nativas são escassos na literatura científica, sendo que tais índices são extremamente importantes para a realização de cultivos intensivos. No cultivo intensivo a escolha da espécie é de grande importância e requer atenção para algumas características tais como: adaptabilidade e tolerância a diferentes ambientes, resistência a doenças, facilidade de reprodução em cativeiro, desempenho, crescimento, qualidade e rendimento da carcaça (MOURAD, 2012).

As espécies de peixes nativas mais usadas em cultivo são o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos que pertencem ao gênero *Colossoma* e *Piaractus* e são denominados de peixes redondos devido a sua morfologia, expressando maior razão entre o comprimento do corpo pelo comprimento padrão com outros peixes de diferentes formatos (KUBITZA, 2015).

Os peixes redondos apresentam boa exigência nutricional por possuírem carne com excelente sabor, alto rendimento de filé caracterizado por 45%, baixa exigência quanto à qualidade de água, boa adaptação ao cultivo, e por estar dentre as espécies mais utilizadas na pesca esportiva, representando 82% da quantidade de peixes nativos cultivados no Brasil. Buscando aumentar o potencial destas espécies os produtores vêm explorando os cruzamentos interespecíficos para produção de híbridos objetivando o aumento do potencial das espécies parentais (MOURAD, 2012).

Os estudos sobre crescimento, morfometria e alometria são essenciais para a compreensão das mudanças no tamanho e formas dos peixes, estas características são de suma importância para o desenvolvimento da piscicultura em todos os aspectos da produção. A forma externa do corpo do peixe está relacionada na escolha do processamento utilizado pela indústria, induzindo nas operações manuais e mecanizadas e na logística da empresa e por meio dos rendimentos do seu produto final (SERAFINI, 2010). O crescimento, peso corporal

e outras características também são de fundamental importância tanto para indústria quanto para o setor produtivo. Os modelos matemáticos não lineares têm sido utilizados para descrever o crescimento dos animais, tais como: Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial (BASSANEZI, 2015).

Em peixes redondos estudos sobre o crescimento por meio de modelos matemáticos são escassos na literatura científica. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos por meio de modelos não lineares.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição das espécies

2.1.1 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

O Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), é uma espécie popularmente conhecido também como Pacu-Caranha, Caranha e Pacu-guaçu. Dispõe de uma ampla distribuição geográfica na América do Sul, é uma espécie originária dos rios que constitui a bacia do Prata, Paraná, Paraguai e Uruguai (URBINATI E CARNEIRO., 2004).

É uma espécie de peixe que expressa boa adaptação ao clima das regiões sul e sudeste do Brasil. Dispõe de hábitos alimentares onívoro (URBINATI et al., 2010), apresenta boa adaptação a ração quando criado em cativeiro. Possui boa aceitação no mercado consumidor relacionado com a qualidade do filé: cor, textura e sabor (JOMORI et al 2003; BORGES et al 2013) apesar da sua alta taxa de crescimento, rusticidade e adaptabilidade em diferentes sistemas de produção (VALLADÃO et al., 2018) claramente como apreciação para a pesca esportiva (TAVARES-DIAS & MORAIS, 2010).

A espécie apresenta uma conformação corporal alta, arredondado e ventre levemente comprimido. A cabeça é parcialmente pequena (comprimento variando entre 2,7 a 4,2 cm) sua boca terminal retratando duas séries de dentes. Expressando uma coloração acinzentada, na região dorsal mais escura, é uma cor mais clara na região ventral. As nadadeiras dorsal e peitoral são escuras, enquanto as demais nadadeiras pélvica, anal e caudal são laranja. Desenvolve escamas pequenas e em grandes quantidades na linha lateral (BRITTO et al., 2003; GRAÇA & PAVENELLI, 2007).

O Pacu é classificado como um peixe generalista do tipo podador e de temperamento

oportunista é sua alimentação e bastante variada, com folhas, caules, flores, sementes, vegetais e insetos, diversificando de acordo com a sazonalidade (COSTA, 2007).



Figura 1. Exemplar do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Fonte: MOURAD, 2012

2. 1. 2 TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe nativo, pertence á ordem Characiformes, família Serrasalminidae. Essa espécie de peixe de escamas com corpo romboidal, na fase adulta retrata manchas escuras irregulares ventrais e caudais, seu dorso apresenta tonalidade esverdeada, podendo sofrer variação de mais claro ou para mais escuro dependendo da cor da água (BORGES, 2013).

Essa espécie é típica da bacia amazônica apresenta populações naturais em equilíbrio genético, nos rios Solimões-Amazonas e na bacia do Rio Orenoco (Venezuela), no entanto a reprodução e criação em cativeiro se desenvolveram na região Amazônica (INOUE & BOIJINK, 2011).

O Tambaqui vem estabelecendo grande importância entre as espécies cultivadas para piscicultura sustentável, pela sua carne branca de qualidade firme e de sabor leve, podendo atingir em cativeiro tamanho comercial em média um ano de cultivo natural. A alimentação do tambaqui no seu ambiente natural é composta principalmente de frutos e sementes no período de enchente (ARAUJO LIMA & GOMES, 2005; SANTOS et al., 2014).

Na época de vazante, com a falta de alimento, se alimenta de zooplâncton, razão pelo qual seu hábito alimentar é regularmente classificado como onívoro-oportunista, pelo motivo de possuir hábitos alimentar onívoro-frugívoro-zooplanctófago, possibilitando o uso de rações no seu cultivo (DAIRIKI e SILVA, 2011; GOMES et al., 2010; LOPERA-BARRETO et al., 2011; RODRIGUES, 2014).

De acordo com IBGE (2017), a produção total de peixes no Brasil foi de 485,4 mil toneladas, volume 2,6% menor que o registrado em 2016. O Tambaqui considerado como o segundo peixe mais produzido, representando 18,2% da produção nacional, tendo um decréscimo de 35,4% caracterizando 132,6 mi toneladas. A produção total de peixes redondos, caracterizando principalmente os híbridos do Tambaqui, Pacu e Pirapitinga, é de 192,7 mil toneladas, exibindo um volume de 38,7% da produção nacional. A Tilápia representando a espécie mais cultivada, tendo sido pescadas 283,3 mil toneladas em 2017, um crescimento de 18,5% em relação a 2016.



Figura 2. Exemplar do Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Fonte: MOURAD, 2012

2. 1.3 HÍBRIDOS

Dentre as espécies cultivadas, os híbridos são criados regularmente em resultância de fatores comerciais. Em peixes, a hibridação é realizada em grandes escalas em ambientes de cultivo, com o intuito de produzir linhagens de maior valor que as espécies puras para melhores lucros comerciais, portanto características zootécnicas diferentes (FORESTI et al., 2011).

Os cruzamentos entre o Tambaqui e o Pacu produzem os híbridos, Tambacu (fêmea de Tambaqui e macho de Pacu) e Paqui (fêmea de Pacu e macho de Tambaqui). Ambas as espécies possuem o mesmo número de cromossomos ($2n=54$), distribuído por grupos semelhantes, o que desencadeia o pareamento e a formação de embriões normais (SARACURA & CASTAGNOLLI, 1990).

O Tambacu, resultado do cruzamento interespecífico da fêmea do Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) com o macho de Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) é o híbrido mais empregado pelos produtores. Essa espécie apresenta

tolerância a baixas temperaturas típicas das regiões Sul e Sudeste do Brasil, expressam algumas características provenientes do Pacu, como rusticidade e robustez. No entanto, possui crescimento acelerado do Tambaqui da região Norte, o Tambacu é denominado uma espécie que apresenta mais resistência a doenças parasitárias que seus parentais puros (MARTINS et al., 2002).



Figura 3. Exemplar do Tambacu

Fonte: MOURAD, 2012



Figura 4. Exemplar do Paqui

Fonte: MOURAD, 2012

3. SELEÇÃO DE MODELO DE CURVA DE CRESCIMENTO

Fatores como qualidade e quantidade de carne produzida estão fortemente relacionados

com o crescimento destes animais. No entanto existem alguns estudos ligados a curvas de crescimento tem desenvolvido melhores métodos, por meio de programas de melhoramento genético, com objetivo de auxiliar os critérios de seleção quanto á precocidade de acabamento e a velocidade no ganho de peso e pode ajudar na determinação de sistema de produção mais eficiente, para cada espécie e região, em relação ao manejo dos animais, manejo alimentar e na definição de cruzamento (SOUZA et al., 2010; SILVA et al., 2011).

Os modelos não lineares podem ser denominados também como curvas de crescimento, são mais utilizados aos modelos lineares por apresentarem parâmetros de interpretação biológica relacionada ás condições iniciais, taxa de crescimento, peso corporal estão todos ligados aos aspectos econômicos da produção (ARANGO et al., 2002 ; MELLO et al., 2015).

De acordo com Mazzini (2001), as funções não lineares que são mais aplicadas, para ajustar as relações peso-idade, destaca-se as funções, de Brody, Von Bertalanffy, logístico e Gompertz, (Tabela 1).

TABELA 1. Formas gerais das funções não lineares mais utilizadas para descrever o crescimento de peixes redondos e seus híbridos.

Função	Equação
Brody	$y_i = A (1 - B e^{-k t})$
Von Bertalanffy	$y_i = A (1 - B e^{-k t})^3$
Logística	$y_i = A (1 + B e^{-k t})^{-1}$
Gompertz	$y_i = A \exp(-B e^{-k t})$
Exponencial	$y_i = A e^{k t}$

Em que os parâmetros utilizados em todas as funções possuem o seguinte significado:

“A” peso máximo;

“B” um parâmetro de escala sem interpretação biológica;

“e” a base do logaritmo natural;

“k” a taxa de crescimento relativo ao peso máximo (ou taxa a maturidade)

“t” o tempo ou idade

O modelo exponencial $y_i = A e^{k t}$, não é frequentemente utilizado em experimento com um longo período de crescimento, o uso deste na piscicultura é, parcialmente, mais prático pela sua boa facilidade, de apresentar o desenvolvimento de peixes com apenas peso inicial e peso final. Em que A é o peso inicial estimado, k é a taxa do crescimento e t o tempo

(GAMITO, 1998).

A equação de Brody (1945) desenvolve equações exponenciais e monomolecular onde formam uma curva com formato sigmoideal. De acordo com Blaxter e Boyne (1978), esse modelo foi proposto pela primeira vez para apresentar a relação entre a retenção de energia e o consumo de ração, por meio de análise de mais de 80 experiências calorimétrica com ovelhas e gado.

O modelo de Von Bertalanffy inicia através de um pressuposto que os nutrientes não são limitantes e o seu processo de crescimento é a diferença entre catabolismo e anabolismo e que apresentam flexibilidade onde se dá o seu ponto de inflexão (KUHI, 2010).

A equação logística foi à precursora com as espécies animais onde caracterizaram o crescimento de mamíferos, juntamente com plantas e células de levedura pela circunstância desse modelo expor pontos fixos de inflexão. Em seguida, o modelo de Gompertz passa a ser usado em experimentos com animais para representar as funções de crescimento, por meio de estudos foi possível afirmar que curvas de crescimento dos organismos individuais apresentam forma em S assimétrica, que é melhor explicada pela equação loglog usada pelo modelo logístico (NARUSHIN, 2003).

No entanto para definir o modelo a ser aplicado é necessário em primeiro lugar definir qual destes melhor se adequa aos dados. E essa determinação pode ser realizada utilizando o coeficiente de determinação ajustado e o desvio padrão residual como representantes da qualidade do ajuste (CUNHA FILHO, 2014).

Dentre os métodos de comparação mais utilizados para ajuste dos modelos destacam-se a variância residual total, função da máxima verossimilhança ($\log(L)$), o critério de informação Akaike (AIC) e o critério de informação Bayesiano (BIC) onde os menores valores encontrados para essas variáveis determinam o melhor ajuste e qualidade nos modelos (EL FARO & ALBUQUERQUE, 2003).

Quanto à escolha do melhor modelo, devem ser consideradas várias populações, é importante que o avaliador compare os parâmetros das curvas para determinar qual das populações o processo de crescimento melhor se desenvolve. De acordo com os estudos de Regazzi (2003), confirmam que a identidade de modelos é a melhor técnica para tal função, entretanto o mesmo modelo deve ser ajustado para todas as populações, onde proporciona a necessidade da utilização de qual melhor método para indicar quais modelos são mais aceitáveis.

4. ALOMÉTRIA

A Alométrie pode ser definida como a relação de escala de parâmetros das proporções, morfométricas e químicas, devido ao aumento do tamanho do animal, (GOMIERO, 2009); ainda assim, conservado a relação entre peso com peso e não peso com tempo.

A avaliação da alométrie tem como objetivo explicar parte das diferenças quantitativas entre os animais e, portanto, considerado um fator eficaz na análise da carcaça e de seus componentes, que permite estimar os padrões de desempenho dos cortes de importância econômica nos animais (GARCIA et al., 2006).

A variação na exigência nutricional está relacionada com a mudança na hidrodinâmica ambiental refletindo rigorosamente no crescimento alométrico de peixes. No entanto esse aspecto vem implicando o desenvolvimento precoce da cabeça, olhos, cérebro, arcos branquiais e recrutamento e crescimento das fibras musculares para um aumento do consumo de alimento (VERRETH, 1995).

De acordo com a equação de Huxley (1932), definida como $Y = aX^b$, permitindo a descrição quantitativa adequada do crescimento de uma determinada região ou tecido que estão relacionados a outros tecidos e ao organismo, possibilitando descrever a relação curvilínea entre o crescimento da maioria dos tecidos. No entanto, para que o erro, antes multiplicativo, passe a ser aditivo de maneira que possa ser realizada análise estatística, faz-se necessária a transformação logarítmica, por meio de logaritmo natural.

5. CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O Brasil é considerado o segundo maior produtor aquícola do continente americano seguindo abaixo do Chile (FAO, 2015). A tilapicultura tem se destacando no mercado da aquicultura, pela sua facilidade de manejo e cultivo, apresenta bons desempenho de crescimento e pela sua qualidade nutricional da carne, os peixes redondos, das espécies e híbridos dos gêneros *Colossoma* e *Piaractus* apresenta grande importância na produção, sendo maior na região Centro-Oeste com 76.000 toneladas estimadas (KUBITZA, 2004).

Entre alimentos de origem animal o peixe apresenta um alto valor nutricional, por conter todos os aminoácidos essenciais, alto teor de lisina, boa digestibilidade proteica, e por ser uma fonte rica em vitaminas do complexo B e vitaminas lipossolúveis é também possui micronutrientes (minerais). Pode se dizer que a composição química dos filés de peixe, bem como todos os alimentos é fundamental para o estabelecimento dos valores nutritivos, de acordo com suas características influenciam nas respostas metabólicas pelos organismos que

os consomem (FERNANDES, 2018).

Na indústria de pescado as características da carcaça do peixe é um parâmetro fundamental para determinação dos processos de preparação dos produtos e dos seus tipos de cortes. A particularidade intrínseca á matéria-prima como, a forma anatômica do corpo, tamanho da cabeça e peso dos resíduos (pele, nadadeiras e vísceras), portanto influenciam o rendimento do filé, e também da eficiência das máquinas filetadoras (CIRNE et al., 2019). Entretanto o rendimento na toailete e filetagem sofre variação entre as espécies e também dentro da mesma espécie e, ainda, conforme o peso de abate. Segundo Freato et al, (2005) a determinação do rendimento de uma determinada espécie está relacionada com o peso de abate permitindo assim definir o produto final e analisar o potencial para industrialização e determinar o peso ideal para abate.

6. MATERIAS E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante o período de outubro de 2007 a abril de 2008, no setor de aquicultura da Escola Agrotécnica Federal de Colatina (EAFCOL - ES), A 17 km de Colatina-ES, temperatura ambiente de 28°C

Foram utilizados quatro grupos genéticos de juvenis, originado do cruzamento dialético por meio de indução hormonal entre Pacu e Tambaqui, ou seja, através do encontro de gametas: Fêmea e macho Pacu (Pacu - PC), Fêmea e macho Tambaqui (Tambaqui -TQ), Fêmea Tambaqui e macho Pacu (Tambacu -TC) e Fêmea Pacu e macho Tambaqui (Paqui - PQ). De acordo com o protocolo descrito por Andrade & Yasui, 2003 em que se utilizou um gameta de um macho e uma fêmea de cada uma das espécies como mostra a (Figura 5). Os ovos foram colocados em uma incubadora e separados de acordo com seu grupo genético, após cinco dias depois da eclosão, foram transferidas para um viveiro de terra para cada grupo genético, com densidade de 200 alevinos/m².

Durante o período experimental os animais foram alimentados três vezes ao dia até a saciedade aparente com ração comercial extrusada com 55% de PB e fornecida á base de 18% da biomassa, até atingir 10 g de peso vivo.

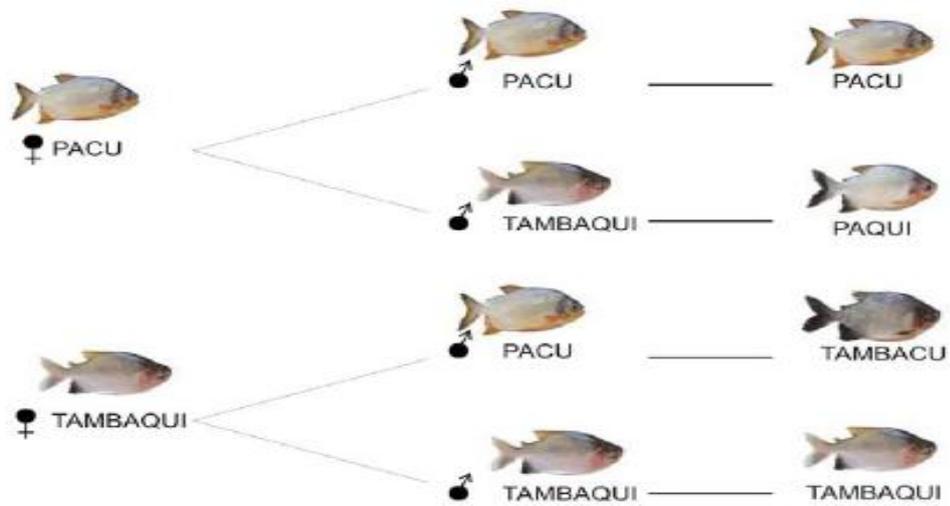


Figura 5- Esquema de acasalamento dialético entre Pacu e Tambaqui.

Fonte: SERAFINI, 2010

O experimento iniciou com 400 juvenis de cada uma dos grupos genéticos:

Espécie	Peso Médio (g)	Desvio padrão
Pacu	66,18	13,49
Tambaqui	54,5	11,01
Tambacu	91.30	13.44
Paqui	73,98	10,76

As espécies foram cultivadas separadamente nos viveiros de terra, divididos em quatro áreas de 6 x 11 m², por telas de polipropileno de 9 x 9 mm apresentado na (Figura 6), ficando neste local até o peso médio de 1200 g, sendo finalizando aos 196 dias de cultivo.



Figura 6 – Viveiro de cultivo

Fonte: SERAFINI, 2010

Nas fases de crescimento e terminação foram alimentados com ração comercial extrusada, com 35% de PB. A ração fornecida de acordo com cada grupo genético esteve de acordo com sua biomassa em uma variação de 5% nas primeiras semanas e 1% na última semana.

Foram avaliados diariamente os seguintes parâmetros de qualidade de água: temperatura média no início e no final do dia através de um termômetro de mercúrio, o oxigênio foi medido semanalmente, por meio de um medidor de oxigênio dissolvido digital HI 98186 e o pH uma vez na semana com o uso de estojo para teste de pH e cloro.

As amostragens foram realizadas a cada 28 dias usando 20 peixes de cada grupo genético, coletados e analisados após permanecerem em dieta em até 24 horas. Os animais foram anestesiados por meio de choque térmico, em temperatura d'água menor e em seguida sacrificados. Logo em sequência os peixes foram pesados e submetidos a avaliações morfométricas, em seguida foram dissecados para aquisição dos pesos e rendimentos corporais.

Para a determinação da curva de crescimento que melhor representa o desempenho das medidas morfométricas que foram avaliadas em relação ao peso corporal. Utilizaram-se os

critérios de avaliação biológica dos parâmetros apresentado para cada modelo, coeficiente de determinação ajustado (R^2 Aj.), quadrado médio do erro (QME), número de interações e intervalo de confiança.

7. RESULTADOS

Nas Tabelas 2 a 8 são apresentadas as informações de Akaike (AIC), Bayasiano (BIC), coeficiente de determinação (R^2) e os parâmetros A, B e K obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial dos produtos gerados com o processamento em função do dia de cultivo para os grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.

Pode-se observar que o modelo Logístico apresentou menor valor de AIC e BIC para os pesos do corpo, carcaça e costela para todos os grupos genéticos e também para o peso da cabeça e do filé para o Tambaqui, Tambacu e Paqui. O modelo exponencial foi o que apresentou maior valor de AIC e BIC, para as características peso, corpo, filé, costela para todos os grupos genéticos estudados na cabeça foi maior para (Tambaqui, Tambacu e Paqui), pele (Pacu e Tambaqui), víscera (Pacu e Tambacu) seguido do modelo Gompertz, Von Bertalanffanu e Brody.

Para os pesos do filé, pele e vísceras do Pacu, verificou-se que o modelo Brody demonstrou menor valor de AIC e BIC, seguido pelo modelo Von Bertalanffy, Gompertz, Logístico e exponencial. O mesmo foi observado para a pele do Tambaqui e vísceras do Tambacu.

O modelo Exponencial apresentou menor valor de AIC e BIC para cabeça no Pacu, pele em Tambacu e Paqui e vísceras do Tambaqui e Paqui. Foi o único modelo que ajustou para as vísceras em Tambaqui. Para a pele em Paqui, os modelos de Von Bertalanffy e Brody não ajustaram.

Entre os modelos sigmóides, verificou-se que o parâmetro “A” para todas as características em todos os grupos genéticos apresentou maior valor para o modelo Brody, seguido do modelo Von Bertalanffy, Gompertz e por último o Logístico, o inverso foi observado para o parâmetro “K”. Em relação ao parâmetro B, também se verificou coerência, sendo maior para o modelo logístico, seguido por Gompertz, Brody e Von Bertalanffy.

Tabela 2. Cálculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do peso corporal dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.

Espécies	Peso					
	Modelos	A	B	K	AIC	BIC
PACU	Exponencial	584,146368	-	0,004333	936,925351	944,033695
	Logístico	977,531895	0,914894	0,023886	921,261419	930,739211
	Von Bertalanffy	1017,618629	0,206954	0,016479	921,331752	930,809544
	Brody	1051,392254	0,518443	0,012829	921,424898	930,902689
	Gompertz	1004,990391	0,681792	0,018319	921,299672	930,777464
TAMBAQUI	Exponencial	701.492575	0.003648	-	675.485568	681.507567
	Logístico	1023.108790	0.835009	0.043767	626.396629	634.425962
	Von Bertalanffy	1030.419356	0.186601	0.034486	626.962862	634.992195
	Brody	1035.397420	0.465932	0.030186	627.359057	635.388390
	Gompertz	1028.303782	0.616184	0.036722	626.791028	634.820361
TAMBACU	Exponencial	776.602135	0.004628	-	1237.760848	1245.453892
	Logístico	1289.030275	0.950793	0.029843	1204.774932	1215.032325
	Von Bertalanffy	1324.629991	0.207051	0.021202	1206.678206	1216.935598
	Brody	1352.819923	0.511773	0.017087	1207.677356	1217.934749
	Gompertz	1313.650444	0.687639	0.023313	1206.187289	1216.444682
PAQUI	Exponencial	600.315245	0.003282	-	1208.229363	1215.890994
	Logístico	886.333958	0.588641	0.022101	1204.756872	1214.972380
	Von Bertalanffy	908.296099	0.149681	0.016467	1205.058429	1215.273936
	Brody	924.293491	0.395503	0.013725	1205.210393	1215.425901
	Gompertz	901.772041	0.479475	0.017857	1204.982560	1215.198067

Tabela 3. Cálculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R²) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro corpo dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui

Espécies	Corpo					
	Modelos	A	B	K	AIC	BIC
PACU	Exponencial	512.856339	0.004524		919.981904	927.090247
	Logístico	879.677749	0.974143	0.023896	903.553233	913.031024
	Von Bertalanffy	920.507770	0.216371	0.016136	903.694077	913.171869
	Brody	956.082852	0.537843	0.012316	903.832535	913.310326
	Gompertz	907.483789	0.715842	0.018063	903.641717	913.119508
TAMBAQUI	Exponencial	618.826733	0.003968		660.565366	666.587366
	Logístico	943.457988	0.899977	0.038908	612.462012	620.491345
	Von Bertalanffy	954.262258	0.196927	0.029629	613.718021	621.747353
	Brody	962.141526	0.487425	0.025289	614.470808	622.500140
	Gompertz	951.032269	0.653433	0.031876	613.369054	621.398387
TAMBACU	Exponencial	682.032124	0.004757	-	1216.807062	1224.500107
	Logístico	1156.646216	0.993350	0.028872	1184.970587	1195.227980
	Von Bertalanffy	1195.363992	0.213764	0.019968	1187.329897	1197.587290
	Brody	1227.142391	0.526092	0.015738	1188.537640	1198.795032
	Gompertz	1183.257549	0.711743	0.022140	1186.729097	1196.986490
PAQUI	Exponencial	540.632569	0.003304		1185.169550	1192.831181
	Logístico	797.549259	0.592066	0.022659	1181.085292	1191.300800
	Von Bertalanffy	816.555913	0.150018	0.016935	1181.418274	1191.633782
	Brody	830.343382	0.395775	0.014154	1181.586183	1191.801690
	Gompertz	810.929003	0.480963	0.018345	1181.334466	1191.549974

Tabela 4. Cálculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro cabeça dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.

Espécies	Cabeça					
	Modelos	A	B	K	AIC	BIC
PACU	Exponencial	117.561209	0.003309	-	667.693620	674.801963
	Logístico	249.831172	1.168698	0.007997	669.195398	678.673190
	Von Bertalanffy	312.044970	0.283250	0.003814	669.105668	678.583459
	Brody	426.741291	0.731099	0.001707	669.060033	678.537824
	Gompertz	287.962335	0.918120	0.004864	669.128363	678.606155
TAMBAQUI	Exponencial	195.488177	0.003626	-	532.612131	538.634131
	Logístico	289.599386	0.799046	0.036307	494.874092	502.903425
	Von Bertalanffy	292.780415	0.180497	0.027825	497.216324	505.245657
	Brody	295.082284	0.453598	0.023876	498.381991	506.411324
	Gompertz	291.831299	0.594225	0.029874	496.628954	504.658287
TAMBACU	Exponencial	190.442512	0.003630	-	952.222148	959.915192
	Logístico	281.510433	0.687605	0.030578	925.665582	935.922975
	Von Bertalanffy	285.332519	0.163634	0.023669	927.106409	937.363802
	Brody	288.008937	0.420123	0.020375	927.837259	938.094652
	Gompertz	284.211522	0.532349	0.025357	926.742178	936.999571
PAQUI	Exponencial	158.153293	0.002273	-	911.096308	918.757939
	Logístico	207.881597	0.371669	0.020027	910.178808	920.394316
	Von Bertalanffy	210.479172	0.103691	0.016297	910.252634	920.468142
	Brody	212.147470	0.285572	0.014462	910.290486	920.505994
	Gompertz	209.747195	0.324942	0.017223	910.233921	920.449429

Tabela 5. Cálculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R²) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro filé dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.

Espécies	Filé					
	Modelos	A	B	K	AIC	BIC
PACU	Exponencial	163.629416	0.005732	-	790.413649	797.52199
	Logístico	323.543115	1.371983	0.025235	777.05650	786.534292
	Von Bertalanffy	342.974175	0.270511	0.016215	775.905980	785.383772
	Brody	362.768063	0.637224	0.011637	775.392090	784.869881
	Gompertz	336.397990	0.920846	0.018491	776.183166	785.660958
TAMBAQUI	Exponencial	195.488177	0.003626	-	532.612131	538.63413
	Logístico	289.599386	0.799046	0.036307	494.874092	502.903425
	Von Bertalanffy	292.780415	0.18049	0.027825	497.216324	505.245657
	Brody	295.082284	0.453598	0.023876	498.381991	506.411324
	Gompertz	291.831299	0.594225	0.029874	496.628954	504.658287
TAMBACU	Exponencial	202.839697	0.004851	-	980.381229	988.074274
	Logístico	342.002887	1.003948	0.031276	944.027181	954.284574
	Von Bertalanffy	351.105416	0.214903	0.022305	945.016711	955.27410
	Brody	358.323937	0.526716	0.018015	945.615705	955.873097
	Gompertz	348.294699	0.716796	0.024503	944.741038	954.998430
PAQUI	Exponencial	152.149958	0.004094	-	990.479185	998.14081
	Logístico	246.088680	0.782334	0.023496	986.791694	997.007202
	Von Bertalanffy	254.543009	0.184680	0.016639	987.029788	997.245295
	Brody	261.251858	0.472059	0.013300	987.155384	997.370891
	Gompertz	251.939726	0.602090	0.018333	986.968392	997.183900

Tabela 6. Cálculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro costela dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.

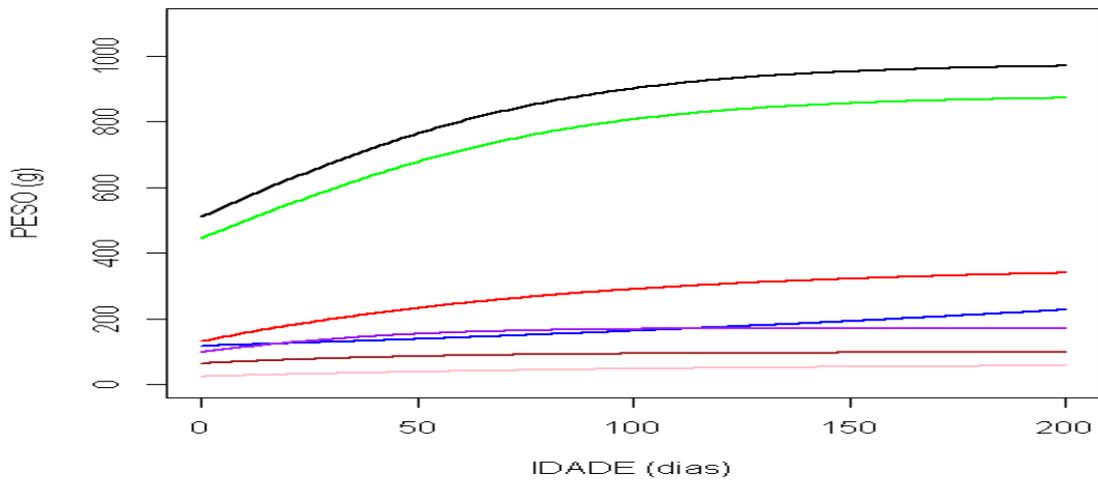
Espécies	Costela					
	Modelos	A	B	K	AIC	BIC
PACU	Exponencial	119.278801	0.003559	-	723.585370	730.693714
	Logístico	172.268930	0.767911	0.037234	705.054124	714.531915
	Von Bertalanffy	174.404612	0.176539	0.028645	705.596098	715.073889
	Brody	175.873518	0.446468	0.024640	705.885184	715.362975
	Gompertz	173.784307	0.579007	0.030719	705.455561	714.933352
TAMBAQUI	Exponencial	112.146905	0.005732	-	483.361877	489.383877
	Logístico	159.851149	0.853190	0.050260	431.603115	439.632448
	Von Bertalanffy	160.567506	0.188250	0.040177	432.656083	440.685416
	Brody	161.040948	0.468091	0.035601	433.239615	441.268948
	Gompertz	160.363267	0.623241	0.042580	432.376542	440.405874
TAMBACU	Exponencial	-	0.004817	-	938.682282	946.375327
	Logístico	233.955629	1.021646	0.024879	923.697963	933.955355
	Von Bertalanffy	246.945342	0.221662	0.015979	925.572935	935.830328
	Brody	258.79572	0.548540	0.011751	926.489981	936.747374
	Gompertz	242.729014	0.736209	0.018150	925.106723	935.364116
PAQUI	Exponencial	107.799135	0.002804	-	895.434901	903.096532
	Logístico	144.720716	0.496101	0.033414	888.158867	898.374374
	Von Bertalanffy	145.598834	0.127068	0.027645	888.520510	898.736018
	Brody	146.158393	0.336986	0.024908	888.700664	898.916172
	Gompertz	145.351851	0.406294	0.029051	888.430093	898.645600

Tabela 7. Cálculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R^2) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro pele dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui.

Espécies	Pele					
	Modelos	A	B	K	AIC	BIC
PACU	Exponencial	28.364994	-	0.005221	525.572821	532.681164
	Logístico	54.493347	1.202529	0.021818	520.424951	529.902742
	Von Bertalanffy	58.964638	0.253495	0.013326	520.251879	529.729670
	Brody	63.617200	0.615792	0.009115	520.214150	529.691941
	Gompertz	57.450865	0.849070	0.015444	520.283173	529.760964
TAMBAQUI	Exponencial	40.228068	0.003722	-	390.441976	396.463975
	Logístico	59.297475	0.795559	0.039655	375.229467	383.258799
	Von Bertalanffy	59.802218	0.182372	0.031465	374.784894	382.814226
	Brody	60.154266	0.459282	0.027526	374.608707	382.638040
	Gompertz	59.654165	0.599057	0.033478	374.884810	382.914143
TAMBACU	Exponencial	45.958948	0.005312	-	724.116148	731.809193
	Logístico	132.325344	1.980099	0.010555	724.749881	735.007274
	Von Bertalanffy	284.404781	0.461100	0.00276	725.019713	735.277106
	Brody	284.404781	0.461100	0.002768	725.019713	735.277106
	Gompertz	200.553234	1.505981	0.004703	724.955349	735.212741
PAQUI	Exponencial	31.581884	0.003943	-	670.927959	678.589590
	Logístico	104.931885	2.358304	0.006444	672.808608	683.024116
	Von Bertalanffy	-	-	-	-	-
	Brody	-	-	-	-	-
	Gompertz	295.729237	2.245575	0.001981	672.850581	683.066088

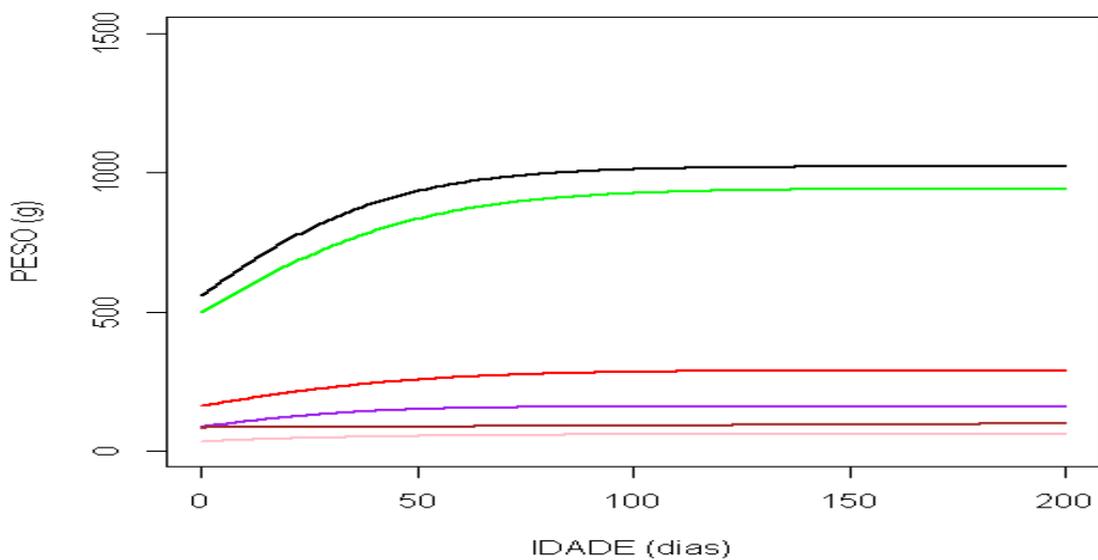
Tabela 8. Calculo da informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) e coeficiente de determinação (R²) obtidos pelos modelos de Brody, Gompertz, Logístico, Von Bertalanffy e Exponencial avaliação do parâmetro víscera dos grupos genéticos Pacu, Paqui, Tambacu e Tambaqui

Espécies	Víspera					
	Modelos	A	B	K	AIC	BIC
PACU	Exponencial	71,610863	0,002792		615,1140	622,222379
	Logístico	97,214268	0,504470	0,027536	609,116122	618,593914
	Von Bertalanffy	98,095492	0,131181	0,022703	608,946467	618,424259
	Brody	98,680052	0,349424	0,020295	608,870573	618,348365
	Gompertz	97,843154	0,418213	0,023910	608,986771	618,466771
TAMBAQUI	Exponencial	83.188983	0.000803		480.430773	486.452773
	Logístico	-	-	-	-	-
	Von Bertalanffy	-	-	-	-	-
	Brody	-	-	-	-	-
	Gompertz	-	-	-	-	-
TAMBACU	Exponencial	94.706652	0.003629		853.821667	861.514712
	Logístico	132.007862	0.718563	0.060154	823.078458	833.335850
	Von Bertalanffy	132.747404	0.168121	0.048500	822.437095	832.694488
	Brody	133.152109	0.428141	0.043419	822.126040	832.38343
	Gompertz	132.555067	0.549210	0.051213	822.596576	832.853969
PAQUI	Exponencial	59.695673	0.003077	-	809.021652	816.683282
	Logístico	90.031850	0.581354	0.016727	809.371401	819.586908
	Von Bertalanffy	93.650266	0.152655	0.011833	809.479387	819.694894
	Brody	96.478845	0.409203	0.009424	809.532890	819.748397
	Gompertz	92.546851	0.485290	0.013047	809.452468	819.667976



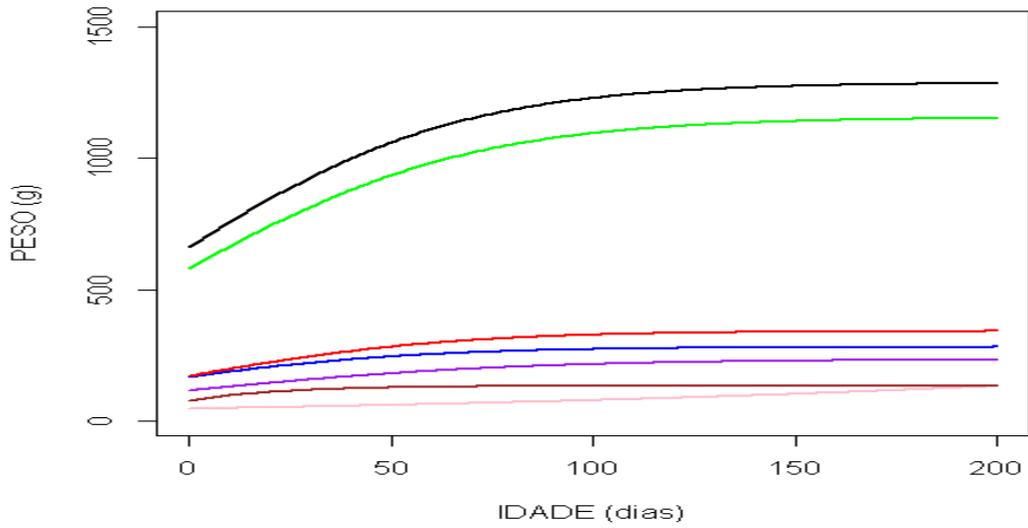
PESO(g)
 CORPO
 CABEÇA
 FILÉ
 COSTELA
 PELE
 VISCERA

FIGURA 7. Curva de crescimento ajustados por meio dos modelos não lineares para peso, corpo, cabeça, filé, costela, pele e víscera, do grupo genético: Pacu



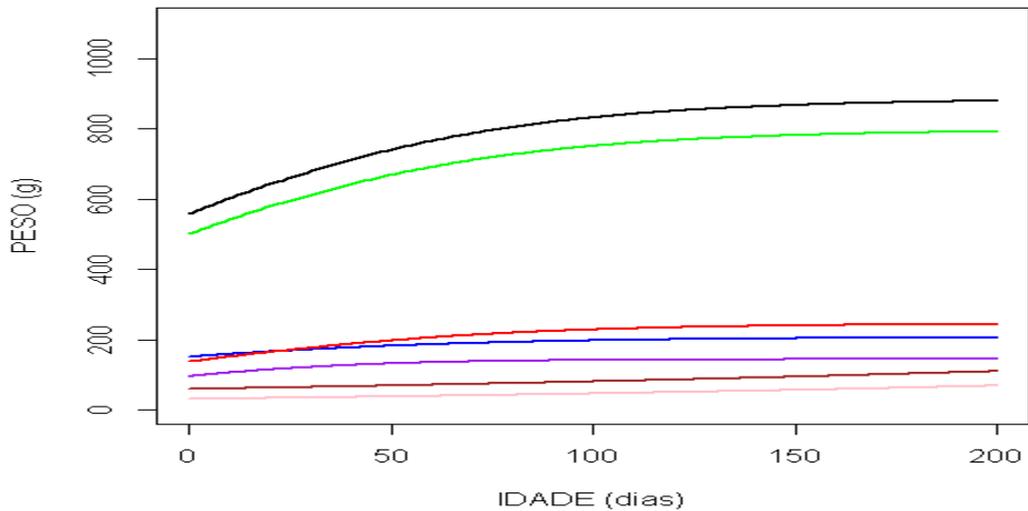
PESO(g)
 CORPO
 CABEÇA
 FILÉ
 COSTELA
 PELE
 VISCERA

FIGURA 8. Curva de crescimento ajustados por meio dos modelos não lineares para peso, corpo, cabeça, filé, costela, pele e víscera, do grupo genético: Tambaqui



PESO(g)
 CORPO
 CABEÇA
 FILÉ
 COSTELA
 PELE
 VISCERA

FIGURA 9. Curva de crescimento ajustados por meio dos modelos não lineares para peso, corpo, cabeça, filé, costela, pele e víscera, do grupo genético: Tambacu



PESO(g)
 CORPO
 CABEÇA
 FILÉ
 COSTELA
 PELE
 VISCERA

FIGURA 10. Curva de crescimento ajustados por meio dos modelos não lineares para peso, corpo, cabeça, filé, costela, pele e víscera, do grupo genético: Paqui.

8. DISCUSSÃO

A coerência entre os menores valores de AIC e BIC que indica o melhor modelo para explicar o comportamento de uma variável ao longo do tempo também já foi observada em outros trabalhos. A ideia básica na utilização do AIC e do BIC é selecionar um modelo que seja parcimonioso, ou seja, que esteja bem ajustado e tenha um número reduzido de parâmetros (Da Silva, 2017). E assim, com o máximo do logaritmo neperiano da função de verossimilhança cresce com o aumentado o número de parâmetros do modelo, uma proposta aceitável, no entanto o objetivo é encontrar o modelo com menor valor para a função (PAULA, 2004).

De acordo com Da Silva (2017), para a escolha do melhor modelo que descreve o crescimento de Tilápia-do-nilo, foram usados quatro modelos não lineares para descrever o comportamento sigmoide, característica da relação peso corporal/idade foi respeitado por todos os modelos, exceto o modelo de Brody, o qual não convergiu. No entanto o modelo Von Bertalanffy foi o que apresentou menores valores de AIC e BIC com maior precisão.

Nos estudos de Da Amazônia (2017), ao comparar cinco funções não lineares para curvas de crescimento com leitões até 49 dias de idade, que os modelos de melhor ajuste, foram os modelos que apresentaram menores valores para AIC e BIC foram o de Gompertz, seguido dos modelos Logístico, Richards e Bertalanffy.

Entre os modelos sigmoides, verificou-se que o parâmetro “A” para todas as variáveis estudadas dos grupos genéticos apresentou maior valor para o modelo Brody, seguido do modelo Von Bertalanffany, Gompertz e por último o Logístico. Quando o peso adulto do animal não atingido, o parâmetro “A” reflete a estimativa do peso nas últimas pesagens (FREITAS, 2007).

O inverso foi observado para o parâmetro “K”, os menores valores estimativos de (K) foram obtidas pelos grupos, Tambacu apresentou maior peso assintótico (A) (1289,03g), seguido do Tambaqui (1023,10g), Pacu (977,53g) e por último o Paqui (886,33g). Com relação ao índice de maturidade (K) o Tambacu (0,0298) apresentou menores valores que Tambaqui (0,0437), Pacu (0,0238) e o Paqui (0,0221). Observou-se que o Tambaqui apresentou ser mais precoce que o Tambacu, pois atingiu o ponto de inflexão rapidamente. E com isso a relação inversa entre as estimativas do peso assintótico e taxa de maturidade é muito conhecida na literatura, demonstrando que animais que possuem grande peso adulto crescem a uma taxa relativamente menor que os animais de menor peso assintótico (CARRIJO; MOURA, 1999; FITZHUGH JUNIOR, 1976; FREITAS, 2005).

Resultados similares foram apresentados por Sarmiento et al. (2008) por meio de estudos com caprinos da raça Anglo-Nubiana, foram obtidos maiores valores de “K” para o modelo Logístico, seguido pelo modelos Gompertz, Von Bertalanffy e Brody, e modelo Richards representou o menor valor para variável “K”.

Santos et al (2007) relataram que espécies diferentes são utilizadas e suas formas corporais diferentes estão envolvidas, os parâmetros dos modelos de crescimentos podem ter diferenças mais acentuadas. O que foi confirmado neste trabalho, pelas diferenças nos parâmetros da curva entre Pacu e o Tambaqui e seus híbridos.

O mesmo foi relatado em outros trabalhos com o parâmetro B, com maior valor para o modelo logístico, seguido por Gompertz, Brody e Von Bertalanffany.

De acordo com Gomiero (2009), em estudo com Piracanjuba descreve que os modelos Brody e von Bertalanffy foram os que melhor descreveram o crescimento morfométricos dos peixes. Já o modelo logístico é o menos indicado, pois subestima os valores do parâmetro “A” para todas as variáveis estudadas.

O melhor ajuste foi o modelo logístico para os pesos do corpo, carcaça e costela para todos os grupos genéticos e também para o peso da cabeça e do filé para o Tambaqui, Tambacu e Paqui e com isso indica que esses animais atingiram o máximo de crescimento durante o período experimental para estas características.

Mourad (2012) observou-se que o modelo logístico foi o que melhor ajustou-se para descrever o crescimento em peso corporal e as medidas morfométricas em função da idade para os grupos genéticos, Pacu, Tambaqui e seus híbridos.

O melhor ajuste para os pesos do filé, pele e vísceras do Pacu, foi o modelo Brody para o Pacu, sendo avaliado após o ponto de máximo crescimento para estas características. O modelo Brody, por ser um modelo que não possui um determinado ponto de inflexão e apresenta uma queda no crescimento, portanto seria interessante do ponto de vista zootécnico para as vísceras e cabeça pela indústria de processamento.

Silva (2011) descreveu que o modelo Brody foi o mais adequado para determinar curvas de crescimento, do nascimento até a idade adulta de vacas de corte de diferentes grupos genéticos.

O melhor ajuste do modelo Exponencial foi para a cabeça no Pacu, pele em Tambacu e Paqui e vísceras do Tambaqui e Paqui, indica que estes grupos genéticos não atingiram o seu máximo de crescimento para estas características. Sendo que o modelo também não possui ponto de inflexão, entretanto ele apresenta comportamento crescente no crescimento.

No ponto de vista zootécnico seria ideal para as características filé, carcaça e costela, por serem partes consideradas mais nobres.

O mesmo foi observado por Santos et al. (2008) avaliando o crescimento de duas linhagens de tilápia até 160 dias de idade. O melhor ajuste pelo modelo Exponencial mostra que até onde foi avaliado, as linhagens não atingiram o peso a maturidade.

No entanto o modelo Exponencial foi o que apresentou maior valor de AIC e BIC, onde o mesmo não se ajustou para, víscera (Pacu e Tambaqui), pele (Pacu e Tambaqui) e filé (Pacu). Sendo os mesmo ajustados pelo modelo de Brody seguido do modelo Von Bertalanffy e Gompertz.

Na diversidade de tilapias Chitralada e Supreme os modelos que apresentaram melhor o crescimento morfométrico em função do peso corporal foram os modelos de Gompertz e Von Bertalanffy (SANTOS et al. 2007). Com isso ao fato das espécies avaliadas nesse estudo ser com peixes redondos apresentarem formato corporal diferente das espécies das Tilápias.

Em outros trabalhos com ajuste de modelos não lineares para o peso corporal e medidas morfométricas em função da idade para Pacu, Tambaqui e seus híbridos a comparação desses pelos seus parâmetros na literatura científica são escassos. Estes estudos são de grande importância, pois podem disponibilizar dados para determinar o desempenho produtivo e econômico da criação (GOMEZPONCE et al. 2011; RODRIGUEZ et al. 2010).

9. CONCLUSÕES

O melhor ajuste dos modelos com formato sigmoide foram Brody, Von Bertalanffy e Logístico indica que embora os animais não tenham obtido o peso médio assintótico durante o presente estudo, os animais atingiram o ponto de inflexão, que é o momento que atinge o máximo da taxa de crescimento.

O Paqui atingiu o ponto de inflexão em idade inferior aos demais grupos, porém com peso corporal inferior. O Tambacu apresentou maior peso corporal ao atingir o ponto de inflexão, sendo considerado o que melhor se destacou.

Com isso aos resultados de carcaça de peixes têm grande importância do ponto de vista econômico e de produção, pois, por meio destes, pode-se realizar estimativas de produtividade tanto ao piscicultor como para a indústria de processamento de pescado.

10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Genetics Molecular Research**, v.1, p.51-63, 2002.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macopomum*). In. BALDISSEROTTO, B. GOMES, L. C. (ed) Espécie nativas para piscicultura no Brasil. **1ª ed. Santa Maria**. Ed. da UFSM. p. 468, 2005
- BASSANEZI, Rodney Carlos; DINIZ, Michael Macedo. Um estudo sobre crescimento em peso do tambaqui com modelagem fuzzy. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 3, n. 1, 2015.
- BLAXTER, K.L. and BOYNE, A.W. The estimation of nutritive value of feeds as energy sources for ruminants and the derivation of feeding systems. **Journal of Agricultural Science** v.90, p.47-68, 1978.
- BORGES, A.; CONTE-JUNIOR, C.A.; FRANCO, R.M.; FREITA, M.Q. Quality Index Method (QIM) developed for pacu *Piaractus mesopotamicus* and determination of its shelf life. **Food Research International**, v. 54, p. 311–317, 2013.
- BORGES, A. Parâmetros de qualidade do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido eviscerados e estocados em gelo. **Rio de Janeiro-Brasil**, v. 221, 2013.
- BRITTO, S.G.C. et al. **Peixes do Rio Paranapanema**. São Paulo: Duke Energy International Geração Paranapanema. p. 112, 2003.
- BRODY, S. Bioenergetics and Growth with Special Reference to the Efficiency Complex in Domestic Animals. New York, USA: **Hafner Publishing Company Inc**, 1945.
- CARRIJO, S. M.; MOURA, D. F.A. Description and comparison of growth parameters in Chianina and Nelore cattle breeds. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 22, n. 2, p. 187-196, 1999.
- CIRNE, Luis Gabriel Alves et al. Características morfométricas e da carcaça de tambaqui abatidos com diferentes pesos. **MAGISTRA**, v. 30, p. 160-167, 2019.
- COSTA, G. M. **Estudo histomorfológico e análise dos perfis celulares do rim cefálico, fígado, baço e timo do Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887, Teleóteo, Characidae), Pacu**. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestre) – Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 133, 2007.
- CUNHA FILHO OG. **Curvas de crescimento de frangos caipiras submetidos a diferentes níveis de lisina digestível** [dissertação]. São Cristovão (SE): Universidade Federal de Sergipe; 2014.
- DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigência nutricionais do tambaqui-compliação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus: **Embrapa**

Amazônia Ocidental. p 44, 2011.

DA AMAZÔNIA, II Encontro de Zootecnistas. Elaboração e seleção de modelos matemáticos ajustados em função do crescimento de leitões até 49 dias de idade, 2017.

DA SILVA, W. R, et al. Modelos não lineares de crescimento da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na linhagem Chitralada. In: **Embrapa Semiárido**: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Sertão de Pernambuco, 2017.

EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Utilização de modelos de regressão aleatória para produção de leite no dia do controle, com diferentes estruturas de variâncias residuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1104-1113, 2003.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations - Fisheries and Aquaculture Department, 2018. **The state of world fisheries and aquaculture**, Disponível em: < <http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>>. Acesso em: 15 set.2019

FAO. Perspectivas Agrícolas no Brasil: Desafios da agricultura brasileira 2015-2024. **Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura**, p.31, 2015.

FERNANDES, E. M. **Aspectos produtivos do pacu *Piaractus mesopotamicus* e do seu híbrido tambacu cultivados em sistema de viveiros escavados**. 2018.

FITZHUGH JÚNIOR, H. A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Jornal of Animal Science, Champaign**, v. 42, n. 4, p. 1036-1051, 1976.

FREATO, T. A, et al. Efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29 n.3, p. 676-682, 2005.

FREITAS, A. R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, p. 786-795, 2005.

FORESTI, F. P, et al. A hibridação interespecífica em peixes. **Panorama da Aqüicultura**, p. 28-33, 2011.

GARCIA, I. F. F.; PEREZ, J. R O.; BONAGURIO, S.; SANTOS, C.L. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruza. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1416-1422, 2006.

GAMITO, S. Growth models and their use in ecological modeling: na application to a fish population. **Ecological Modelling**, v. 133, n.1/3, p.83-94, 1998.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; BALDISSEROTO, B. Tambaqui (*colossoma macropomum*), Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2ª. Ed. Editora UFSM, Santa Maria. p. 175-204, 2010.

GOMEZPONCE, M. A. et al. Age and growth of the hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (*Perciformes: Cichlidae*) in the dam “Zimapan” Mexico. **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v. 59, n. 2, p. 761-770, 2011.

GOMIERO, J. S. G. et al. Curvas de crescimento morfométrico de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 882-889, 2009.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio paraná e áreas adjacente. Maringá: **EDUEM**. p. 241, 2007.

HUXLEY, J. S; NEEDHAM, J; LERNER, I. M. Terminology of Relative Growth-Rates. **Nature**, v. 148, n. 3747, p. 225-225, 1932.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa pecuária municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em:<[http://www.ibge.gov.br/ estatística/](http://www.ibge.gov.br/estatística/)>. Acesso em: 15 set.2019.

INOUE, AKAL; BOUJINK, L. C. Manaus a capital do tabaqui. **Embrapa Amazonia**, 2011.

JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B.; PORTELLA, M.C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, v. 221(1-4), p. 277-287, 2003.

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

KUBITZA, F., Aquicultura no Brasil: Conquistas e desafios. **Panorama da Aquicultura**, v. 25, n.150, p.12, 2015.

KUHI, H. D., PORTER, T., LÓPEZ, S., KEBREAB, E., STRATHE, A. B., DUMAS, A., ...& France, J. A review of mathematical functions for the analysis of growth in poultry. **World'sPoultry Science Journal**, v.66(2), p. 227-240, 2010.

LOPERA-BARRETO, N. M. et al. Produção de organismo aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. **Guaaba: Agrolivros**, 2011.

MARTINS, M. L.; MORAES, F. R.; FUJIMOTO, R. Y.; NOMURA, D. T.; FENERICK JR, J. Respostas do híbrido tambac (*Piaractus mesopotamicus*) HOLMBERG, 1887 macho X *Colossoma macropomum* CUVIER, 1818 fêmea) a estímulos simples ou consecutivos de captura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.28, n.2, p.195-204, 2002.

MAZZINI, A. R. A. **Análise da curva de crescimento de machos Hereford considerando heterogeneidade de variância e autocorrelação dos erros**. Dissertação (mestrado em agronomia) – Universidade Federal de lavras, Lavras-MG. p. 94, 2001.

MELLO, F. D. et al. Growth curve by Gompertz nonlinear regression model in female and males in tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 4, p. 2309-2315, 2015.

MOURAD, N. M. N. **Crescimento ponderal e morfométrico do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos da primavera ao inverno.** Dissertação (mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. p. 74. 2012.

NARUSHIN, V.G. and TAKMA, C. Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens. **Bio systems Engineering**. v 84, p.343-348, 2003.

PAULA, G. **Modelos de regressão: com apoio computacional.** São Paulo: IME-USP, 2004.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não linear. **Revista CERES**, v. 50, n. 287, p. 9-26, 2003.

RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto da Pesca**, p. 135-145, 2014.

RODRIGUEZ, D. et al. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* var. chitralada in a comercial production cycle. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 93, p. 350-350, 2010.

SANTOS, B. L. T.; ANDRADE, J. E.; SOUSA, R.G. C. Densidade de estocagem utilizada no desenvolvimento do tambaqui em fase de pré-engorda. **Scientia Amazonia**, v. 3, n. 3, p. 41-50, 2014

SANTOS, V. B. et al. Avaliação de curva de crescimento morfométrico de linhagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, 2007.

SANTOS, V.B., E. Yoshihara, R.T.F. Freitas and V. Reis Neto. Exponential growth model of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains considering heteroscedastic variance. **Aquaculture**, v. 274, p. 96-100, 2008.

SARACURA, V. F.; CASTAGNOLLI, N. [Performance comparison of freshwater fishes, *Piaractus mesopotamicus* and *Colossoma macropomum*. Portuguese. **Ciencia Zootecnica. Jaboticabal**, 1990.

SERAFINI, M.A. **Cruzamento dialélico interespecífico entre pacu *piaractus mesopotamicus* e tambaqui *colossoma macropomum*.** Tese (Pós-graduação em Zotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Lavras, 2010.

SARMENTO, J.L.R.; ALBUQUERQUE, L.G.; TORRES, R.A.; RODRIGUES. T.; LOPES, P.S.; REIS FILHO, J.C. Comparação de modelos de regressão aleatória para estimação de parâmetros genéticos em caprinos leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1788-1796, 2008.

SILVA, F. de L.; ALENCAR, M.M. de; FREITAS, A.R. de; PACKER, I.U.; MOURÃO, G.B. Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 262-271, 2011.

SOUZA, L. de A.; CAIRES, D.N.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; MARTINS FILHO, R. Curvas de crescimento em bovinos da raça Indubrasil criados no Estado de Sergipe. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 671-676, 2010.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Biochemical parameters for *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* (Characidae) and hybrid tambacu (*P. mesopotamicus* X *C. macropomum*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, p. 363-368, 2010.

URBINATI, E.C., CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P., URBINATI, E.C., FRACALLOSSI, D.M., CASTAGNOLLI, N. (Ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: **TecArt**. cap. 6, p. 171-193, 2004.

URBINATI, E.C.; GONCALVES, F.D.; TAKAHASHI, L.S. Pacu: *Piaractus mesopotamicus*. In: Baldisseroto, B, Gomes, LC. (Org.). 2010. Espécies Nativas para piscicultura no Brasil. 2 edição revista e ampliada. Santa Maria: **Editora UFSM**, cap. 8, p. 1-606, 2010.

VALLADÃO, G.M.R.; GALLANI, S.U.; PILARSKI, F. South American fish for continental aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, v. 10, p. 351-369, 2018.

VERRETH, J. A. J. Growth and feeding metabolism in fish larvae. In: ERASMUS COURSE, 30., 1995. **Fish Culture and Fisheries Group**. Wageningen: The Netherlands, cap. 8, p.1-26, 1995.