

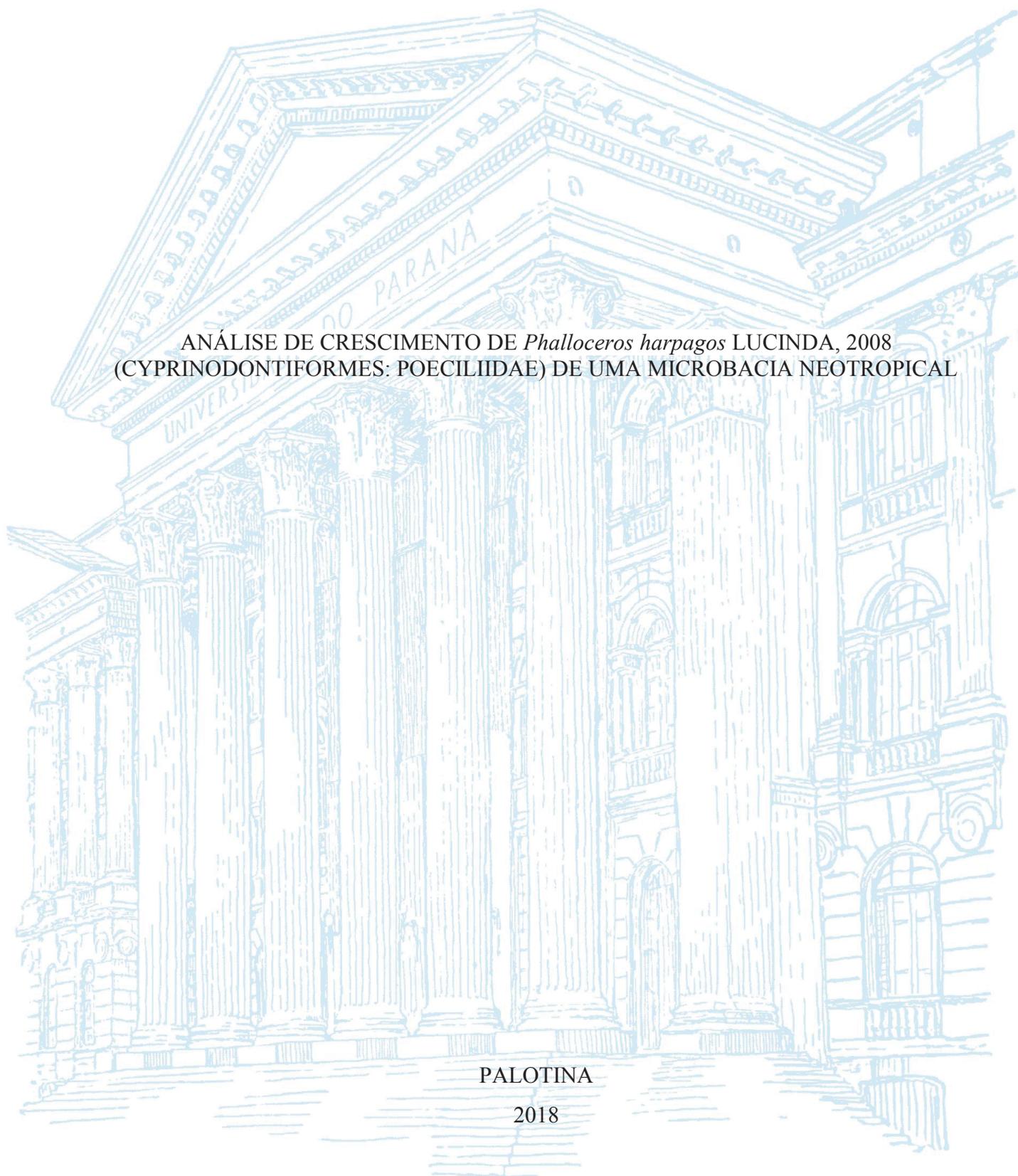
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HERBERT PATRICK MORAIS

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE *Phalloceros harpagos* LUCINDA, 2008  
(CYPRINODONTIFORMES: POECILIIDAE) DE UMA MICROBACIA NEOTROPICAL

PALOTINA

2018



HERBERT PATRICK MORAIS

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE *Phalloceros harpagos* LUCINDA, 2008  
(CYPRINODONTIFORMES: POECILIIDAE) DE UMA MICROBACIA NEOTROPICAL

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Setor de Palotina, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. André Martins Vaz dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. José Ricardo de Souza Barradas

PALOTINA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M827      Morais, Herbert Patrick  
Análise de crescimento de *Phalloceros harpagos* Lucinda,  
2008 (Cyprinodontiformes: poeciliidae) de uma microbacia  
neotropical / Herbert Patrick Morais – Palotina, 2018.  
30f.

Orientador: André Martins Vaz dos Santos  
Coorientador: José Ricardo de Souza Barradas  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná,  
Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Aquicultura e  
Desenvolvimento Sustentável.

1. Relação peso-comprimento. 2. Modelo de Huxley. 3. Mo-  
delo polifásico. I. Santos, André Martins Vaz dos. II. Barradas,  
José Ricardo de Souza. III. Universidade Federal do Paraná.  
IV. Título.

CDU 639



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR PALOTINA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRó-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AQUICULTURA E  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **HERBERT PATRICK MORAIS** intitulada **ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE *Phalloceros harpagos* LUCINDA, 2008 (CYPRINODONTIFORMES: POECILIIDAE) DE UMA MICROBACIA NEOTROPICAL**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Palotina, 14 de Dezembro de 2018.

ANDRÉ MARTINS VAZ DOS SANTOS  
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

MÁRCIA SANTOS DE MENEZES  
Avaliador Externo (UFPR)

JOSÉ MARCELO ROCHA ARANHA  
Avaliador Interno (UFPR)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe Vera Lúcia Castilho, por toda dedicação e amor que me proporcionou ao longo desta jornada. O tempo que passamos longe foi difícil, mas apesar de todas suas dificuldades nunca as pesou e fez o possível para me apoiar. Sem ela eu não seria ninguém. Sua história vitoriosa guia meus passos e meu coração.

Ao Dr. André Martins Vaz dos Santos, meu orientador agradeço pela oportunidade de realizar este trabalho. Agradeço seus conselhos, sua paciência, sua dedicação e sua benevolência. Sem seu direcionamento não seria possível a realização deste trabalho. O senhor me fez crescer como pessoa e como profissional e hoje tenho orgulho de poder recompensar um pouquinho de sua fé depositada em mim.

Ao Dr. José de Souza Barradas meu coorientador, que assim como um farol no porto, guiou-me com sua luz quando eu estava perdido na escuridão. A você doutor agradeço por toda paciência que teve para me explicar mínimos detalhes, por toda prontidão que se dispôs para tirar dúvidas e por toda solidariedade que teve para comigo.

Ao Me. Estevan Luiz da Silveira agradeço por sua grande amizade e pelas infinitas vezes que me ajudou desde a idas ao hospital em tardes chuvosas como às diversas orientações ao tardar das noites.

Agradeço à Aline e ao Edson, meus colegas de sala de aula que lutaram por mim quando foi preciso.

A todos os meus amigos do LABESC, nunca esquecerei nossas tardes no laboratório, nossas conversas, nossos cafês, os adoçantes da Dani e os bolos da Angélica. Obrigado a todos pelos dias incríveis que me proporcionaram.

Agradeço aos meus companheiros de moradia Oscar e Elaine os quais me aceitaram como de sua própria família.

Obrigado a todos que de alguma maneira colaboraram para a execução deste trabalho.

Você pode encarar um erro como uma besteira a ser esquecida, ou como um resultado que aponta uma nova direção.

(STEVEN PAUL JOBS)

## RESUMO

*Phalloceros harpagos* é uma espécie de pequeno porte com ampla ocorrência natural em bacias hidrográficas da região Sudeste-Sul do Brasil. A espécie apresenta grande resistência em habitats impactados, caracterizando-a como potencial bioindicador de qualidade ambiental. O rio Verde (bacia do rio Tibagi, Paraná) é impactado por ações antrópicas. Este trabalho analisou duas populações de *P. harpagos* quanto a aspectos de crescimento em quatro pontos do rio Verde: 1-Parque Nacional dos Campos Gerais; 2-Cemitério Campos Gerais; 3-Passadouro; 4-Sanepar, onde foram realizadas coletas mensais durante o período de junho de 2016 a maio de 2017. Foram coletados dados de comprimento total (Lt, cm) e peso total (Wt, g). O sexo foi identificado macroscopicamente através da presença de gonopódio nos machos. O objetivo deste trabalho foi identificar padrões de crescimento polifásico para o *P. harpagos* através de dados de comprimento e peso. Buscou-se também o entendimento de relações entre crescimento e atingimento da maturidade sexual. Dois modelos foram utilizados e comparados através de um algoritmo automatizado para descrever o crescimento, um deles considerando crescimento constante ao longo do ciclo de vida e outro capaz de identificar mudanças no padrão de crescimento. Os dados foram analisados para a população do Ponto 1 e para a população dos Pontos 2, 3 e 4, e em todos os modelos foi possível identificar alterações no padrão de crescimento, com o segundo modelo quase sempre obtendo melhores resultados tanto no ajuste da curva quanto comparativamente ao modelo mais simples. Em geral para quase todas as análises, o modelo polifásico apresentou um melhor resultado matemático, mas isso não implicou necessariamente em um resultado biologicamente representativo. O modelo polifásico corroborou com uma análise de maior sensibilidade para *P. harpagos*, uma espécie que apresenta limitações sobre o estudo de seu crescimento, considerando a falta de estudos que empreguem o uso do modelo polifásico.

**Palavras-chave:** relação peso-comprimento; modelo de Huxley; modelo polifásico.

## ABSTRACT

*Phalloceros harpagos* is a small species with large natural occurrence in watersheds in the Southeast-South region of Brazil. The species presents great resistance in impacted habitats, characterizing it as a potential bioindicator of environmental quality. The Green river (basin of the Tibagi River, Paraná) is impacted by anthropic actions. This work analyzed populations of *P. harpagos* in relation to aspects of growth in four points of the Verde River: 1 - Campos Gerais National Park; 2-Campos Gerais Cemetery's; 3-Passadouro; 4-Sanepar, where monthly data were collected during the period from June 2016 to May 2017. Data of total length (Lt, cm) and total weight (Wt, g) were collected. Sex was identified macroscopically through the presence of gonopodia in males. The aim of this work was to identify polyphasic growth patterns for *P. harpagos* through length and weight data. It was also sought the understanding of the relationships between growth and attainment of sexual maturity. Two models were used and compared through an automated algorithm to describe the growth, one considering constant growth throughout the life cycle and the other capable of identifying changes in growth pattern. The data were analyzed for the population of Point 1 and for the population of Points 2, 3 and 4, and in all available model options. Compared to the simplest model. Emission to almost all analytics, the polyphonic model is in the objective of the most important mathematical result, but this does not imply for biologically representative. The polyphasic model corroborated with a more sensitive analysis for the case studies, in view of the presentation of studies on the growth of the polyphasic model.

**Keywords:** Weight-to-Length Relationship; Huxley's model; polyphasic model.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 HIPÓTESES</b> .....	12
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	12
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	12
3.2 COLETA DE CAMPO E AMOSTRAGEM.....	15
3.3 ANÁLISES .....	16
<b>4 RESULTADOS</b> .....	18
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	30
<b>ANEXOS</b> .....	32
<b>Anexo 1: Resumo dos ajustes para o modelo unifásico referente a <i>Phalloceros harpagos</i> no Ponto 1:</b> .....	32
<b>Anexo 2: Resumo dos ajustes para o modelo polifásico referente a <i>Phalloceros harpagos</i> no Ponto 1:</b> .....	32
<b>Anexo 3: Resumo dos ajustes para o modelo unifásico referente a <i>Phalloceros harpagos</i> nos pontos 2, 3 e 4 unificados.</b> .....	32
<b>Anexo 4: Resumo dos ajustes para o modelo polifásico referente a <i>Phalloceros harpagos</i> nos pontos 2, 3 e 4 unificados.</b> .....	32

# 1 INTRODUÇÃO

Considerando a ictiofauna dulci-aquícola, a família Poeciliidae, pertencente a ordem Cyprinodontiformes, é bastante diversificada, representada por 220 espécies de pequeno porte (LUCINDA, 2003). Dentro dessa família, *Phalloceros harpagos* LUCINDA, 2008 ou barrigudinho como é popularmente chamado é uma espécie de peixe com comprimentos corporais máximos observados de 3,4 cm para machos e 4,7 cm para fêmeas (FROESE; PAULY, 2018). Apresenta uma distribuição ampla e simpátrica, ocorrendo nas bacias do rio Paraná-Paraguai e bacias costeiras do Espírito Santo a Santa Catarina (LUCINDA, 2008).

Em termos taxonômicos, sua descrição é relativamente recente, decorrente da revisão sistemática de gênero desenvolvida por Lucinda (2008), segundo o qual, os espécimes previamente descritos como *P. caudimaculatus* (HENSEL, 1868) na bacia do rio Paraná-Paraguai e nas drenagens costeiras dos rios Itaboapana no Espírito Santo até o rio Araranguá, em Santa Catarina, são na verdade *P. harpagos*.

Quanto aos aspectos biológicos, *P. harpagos* é onívoro e vivíparo, apresentando pequeno porte e dimorfismo sexual, tendo os machos uma nadadeira anal modificada em gonopódio para fertilização interna (ENDLER, 1983).

Apesar da grande diversidade e importância da família, estudos visando a análise de crescimento de *P. harpagos* não são frequentes, formando uma lacuna sobre essas informações e limitando o entendimento da biologia da espécie.

A biologia de uma espécie, pode ser estudada a partir de informações como peso e comprimento, estas que são comumente usadas como base de dados para entendimento do crescimento e maturação sexual de espécies de peixes (BERVIAN *et al.*, 2006; FONTOURA *et al.*, 2010; BARRADAS, 2016). Através da análise matemática da relação peso-comprimento, é possível estimar o peso conforme determinado comprimento, tornando possível perceber a variação do peso esperado para o comprimento de peixes individuais ou em grupos relevantes de indivíduos (LE CREN, 1951).

A importância dessa relação está em conhecer a forma de crescimento de uma espécie, pois populações distintas de uma mesma espécie podem apresentar taxas diferentes de crescimento (VAZZOLER, 1996).

Herbert Spencer (1864) estabeleceu que a massa de um corpo varia conforme o cubo de suas dimensões, e a isso denominou “cube law”. Posteriormente, Fulton (1904) mostrou que a “cube law” não se adequava à maioria das espécies de peixes, pois o peso aumentava mais do que o estimado através da equação. Em 1924, Huxley propôs um modelo exponencial (Equação

1), onde “b” é o coeficiente de alometria, que indica a forma como o peso se altera conforme o comprimento. O ponto de partida para o entendimento dessa equação é a “cube law” descrita por Spencer (1864), pois a indicação de crescimento isométrico – quando o peso e o comprimento aumentam proporcionalmente – é obtida quando o coeficiente b assume valor 3. Quando  $b < 3$  assume-se que o ganho em peso é proporcionalmente menor que o ganho em comprimento, o que chamamos de alometria negativa, e quando  $b > 3$  entende-se que o peso aumenta proporcionalmente mais do que o comprimento, o que chamamos de alometria positiva (HUXLEY, 1924).

Entretanto, a equação de Huxley (HUXLEY, 1924) apresenta algumas limitações para descrever o ganho de peso conforme o comprimento, pois o coeficiente alométrico “b”, estimado pelo modelo como constante, pode variar durante o ciclo de vida (BERVIAN, *et al.*, 2006). Outra limitação encontrada na equação refere-se à reprodução das espécies, Huxley (HUXLEY, 1924) não levou em conta os distúrbios sofridos nos períodos reprodutivos, além disso, nos estágios iniciais de desenvolvimento as espécies crescem em comprimento mais rapidamente do que em outras dimensões, sendo sua relação peso-comprimento diferente daquela observada nos indivíduos maiores (FROESE, 2006).

Decorrente disso, Bervian *et al.* (2006) revisaram e propuseram modificações no modelo de Huxley (1924), desenvolvendo um modelo polifásico (Equação 2) capaz de trabalhar com diferentes padrões de crescimento para cada estágio de desenvolvimento da espécie. Barradas (2016) sugere que o uso desse modelo, mais sensível a mudanças nos padrões de crescimento, permite maior acurácia em estudos que utilizem dados de comprimento e peso como base para informações de crescimento. Dessa forma, a utilização de um modelo complexo que torne possível estimar mudanças no hábito alimentar, tamanho de maturação sexual, alteração de habitat, etc, a partir da relação entre essas variáveis pode extrair ainda mais informações de um mesmo conjunto de dados, possibilitando o aumento do entendimento das populações de peixes (BARRADAS, 2016).

Assim, objetivo deste trabalho foi identificar padrões de crescimento polifásico para *P. harpagos* através de dados de comprimento e peso. Buscou-se o entendimento de relações entre crescimento e atingimento da maturidade sexual.

## 2 HIPÓTESES

No presente trabalho objetiva-se testar um conjunto de hipóteses relativas aos padrões de crescimento polifásico, listadas a seguir:

1. O crescimento polifásico para machos e fêmeas é diferente.
2. A alteração da dinâmica energética desencadeada pela maturação sexual representa evento com magnitude suficiente para mudar o padrão de crescimento em *P. harpagos*, refletindo-se na relação peso-comprimento.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo é parte integrante do projeto de pesquisa *Estrutura da comunidade e dinâmica populacional da ictiofauna neotropical de uma microbacia paranaense, Sul do Brasil*, aprovado pela Fundação Araucária sob o processo nº 45536.469.39695.21082015, pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina sob protocolo nº 38/2015 e com licença de coleta emitida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) sob o nº 51797-1.

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Verde está localizada na região dos Campos Gerais (MELO; MORO; GUIMARÃES, 2007). Tributário do rio Tibagi, o rio Verde (Figura 1) é um importante corpo hídrico para o município de Ponta Grossa. Para fins de coleta, foram determinados 4 pontos ao longo de seu percurso: Ponto 1 - Capão da Onça (Figura 2-A), Ponto 2 - Curva do cemitério (Figura 2-C), Ponto 3 – Passadouro das vacas (Figura 2-D) e Ponto 4 - Sanepar (Figura 2-E).

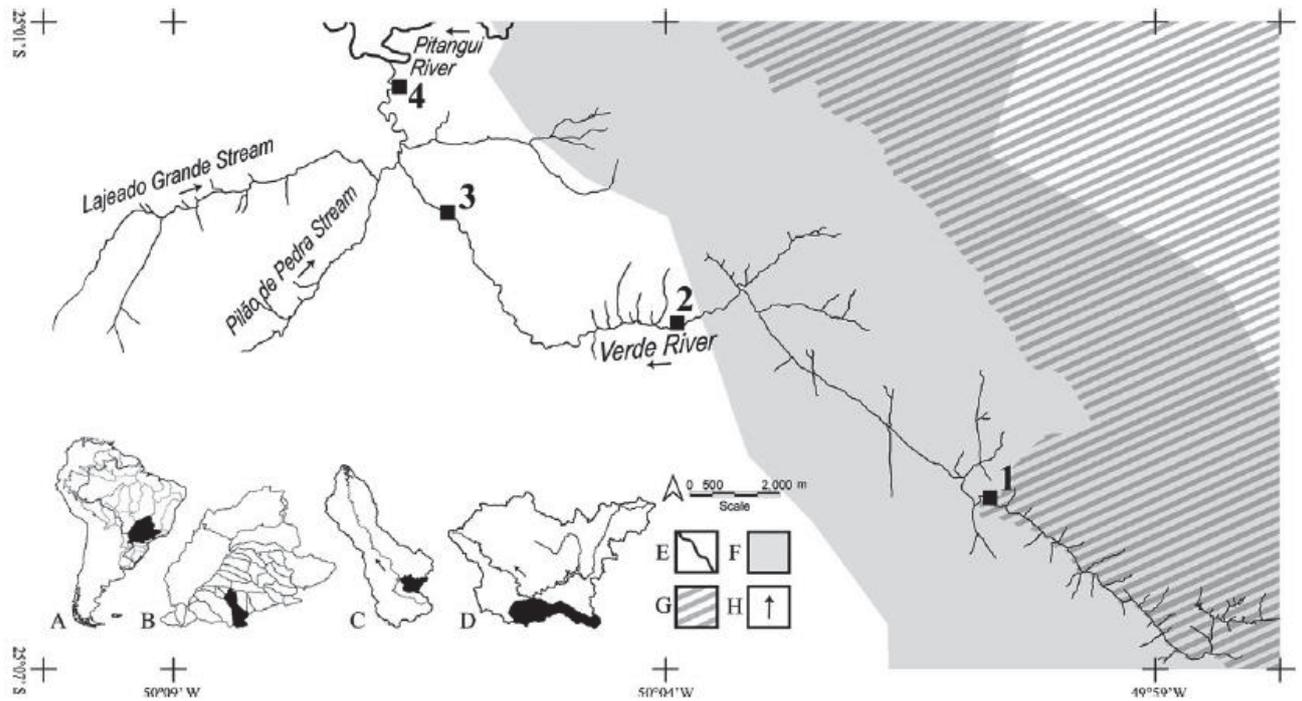


Figura 1: Bacia do rio Verde (VRB) e locais de amostragem: Legenda: (a) América do Sul mostrando ecorregiões (ABELL *et al.*, 2008) e Ecorregião do Alto Paraná (em preto) (UPRE); (b) Bacia do Rio Tibagi (TRB) em UPRE; (c) Bacia do Rio Pitangui (PRB) ao longo do rio Tibagi no TRB; (d) VRB ao longo do Rio Pitangui no PRB; (e) hidrografia; (f) Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana (EPADE); (g) Parque Nacional dos Campos Gerais (CGNP); (h) direção do fluxo de água. FONTE: SILVEIRA *et al.* (2018).

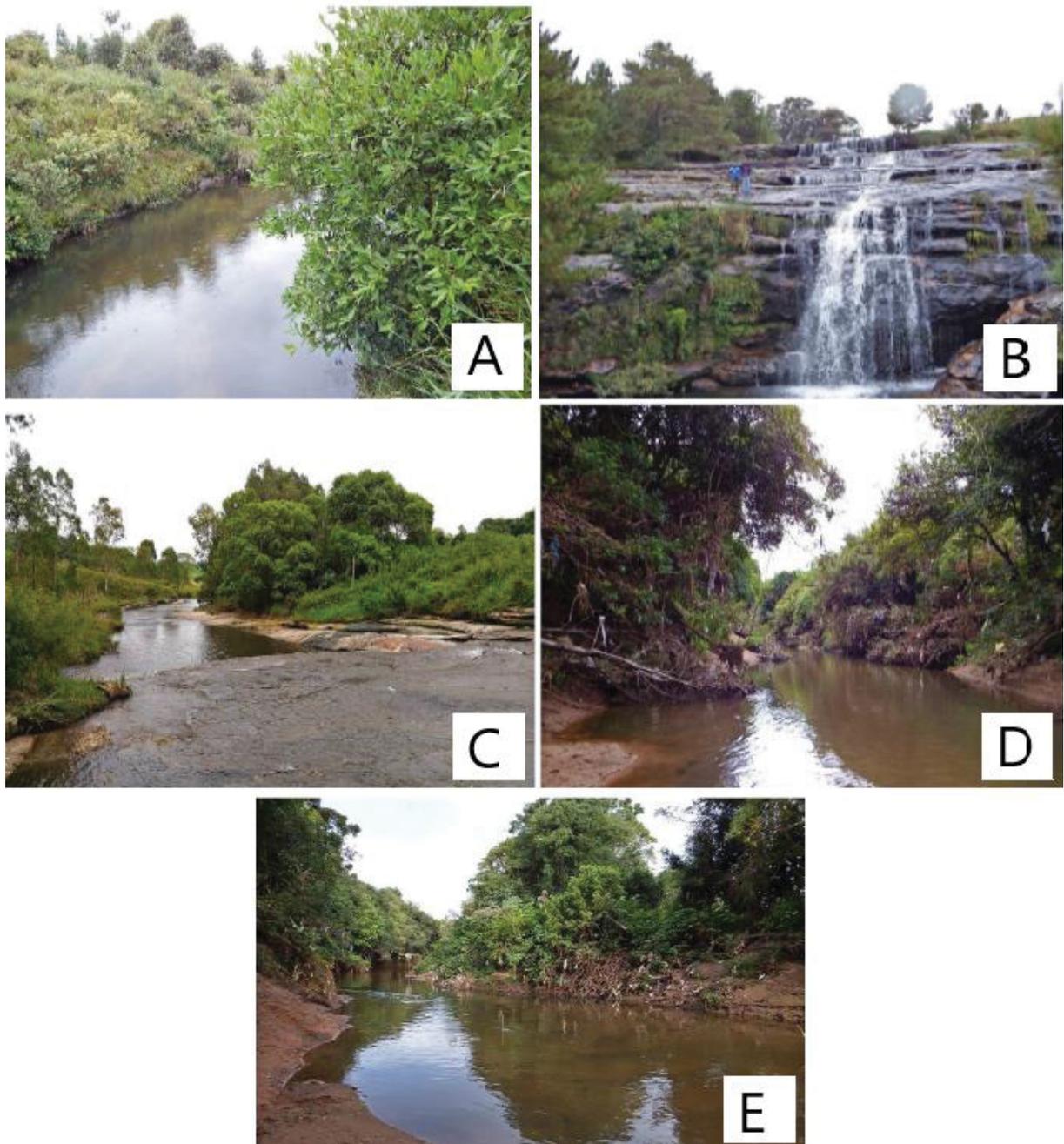


Figura 2: a) Ponto 1 - Capão da Onça. b) Conjunto de cachoeiras a jusante do Ponto 1. c) Ponto 2 - Curva do cemitério. d) Ponto 3 – Passadouro das vacas. e) Ponto 4 – Sanepar. FONTE: Figura extraída e editada de SILVEIRA *et al.* (2018).

O ponto – 1 Capão da Onça (Figura 2-A) ( $25^{\circ}06'19.67''S$   $50^{\circ}01'23.21''O$ ) encontra-se dentro do Parque Nacional dos Campos Gerais, este que é protegido pela Área de Preservação Ambiental (APA) da Escarpa Devoniana. Apresenta águas calmas (0,2 m/s), e exibe grande volume de areia, galhos, folhas e cascalhos nas margens. Nessa área a vegetação ripária é relativamente bem preservada, circundados por cultivares agrícolas semi-intensivos e bovinocultura (ROCHA; WEIRICH NETO, 2010).

O ponto 2 – Curva do cemitério (Figura 2-C) (**25°04'46.29"S 50°04'56.53"O**) apresenta águas com correnteza considerável (0,5 m/s) e exibe grande volume de areia, galhos e folhas. A vegetação ripária está degradada, circundada por cultivares agrícolas semi-intensivos e intensivos, suíno e bovinocultura (ROCHA; WEIRICH NETO, 2010).

O ponto 3 – Passadouro das vacas (Figura 2-D) (**25°03'26.11"S 50°07'25.06"O**) apresenta águas com correnteza considerável (0,7 m/s) e exibe lajeados de pedra, galhos, folhas, lodo e grande volume de areia. A vegetação apresenta estrato herbáceo variando de pouco preservado a bastante degradado, circundada por cultivares agrícolas intensivos (ROCHA; WEIRICH NETO, 2010). Há histórico de despejo de lixo doméstico (GEALH, 2010) e de efluentes de esgoto *in natura* por parte das propriedades marginais (SILVA et al., 2008).

O ponto 4 – Sanepar (Figura 2-E) (**25°02'28.85"S 50°07'35.59"O**) apresenta águas com correnteza de (0,7 m/s) e exibe grandes volumes de areia e lodo. A vegetação ripária varia de pouco preservada a bastante degradada e é circundada por cultivares agrícolas intensivos (ROCHA; WEIRICH NETO, 2010), além de pequenas propriedades familiares com criações de equinos, suínos e aves. Distante cerca de 800 metros a montante deste trecho se localiza a estação de tratamento de esgoto urbano da Companhia Paranaense de Saneamento (SANEPAR), cujos efluentes são lançados diretamente no rio Verde (SILVEIRA *et al.*, 2018).

### 3.2 COLETA DE CAMPO E AMOSTRAGEM

Para a obtenção de amostras com representatividade espacial e temporal, foram realizadas coletas mensais no período de junho de 2016 a maio de 2017, em quatro locais de amostragem ao longo do rio Verde. O esforço amostral foi padronizado empregando 20 passagens de puçás (rede de colher, com 38 cm de abertura, 40 cm de profundidade e malha de 0,4 cm) nas margens durante o dia e durante a noite. Os espécimes coletados foram anestesiados e sacrificados com benzocaína (250 mg/L), sendo em sequência acondicionados em caixas de transporte com gelo e destinados ao laboratório para dissecação. No laboratório, os espécimes foram submetidos à biometria (comprimento total – Lt, cm; peso total – Wt, g). O sexo foi identificado macroscopicamente através da presença de gonopódio nos machos.

### 3.3 ANÁLISES

O conjunto de cachoeiras a jusante do Ponto 1 (Figura 2-B) age como uma barreira natural para *P. harpagos*, assim separando as populações do primeiro ponto das demais. Por este motivo, as análises foram feitas considerando o Ponto 1 como uma população e os Pontos 2, 3 e 4 unificados como outra população.

Foram utilizados os conjuntos de equações propostos por Bervian (2006) e o algoritmo automatizado sobre a plataforma estatística R proposto por Barradas (2016). Ambos utilizaram dois modelos para a análise de crescimento: a equação de potência do modelo de Huxley (Equação 1), e o modelo polifásico (Equação 2). Este último é formado pela soma de duas equações, onde cada uma delas consiste no produto entre o modelo de Huxley e uma equação logística que varia entre zero e um (Equação 3).

$$W = a L^b \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:  $W$  = peso total,  $L$  = comprimento total,  $a$  = intercepto da curva e  $b$  = coeficiente da relação peso-comprimento.

$$W = [(a_1 L^{b_1}) \cdot F_w] + [(a_2 L^{b_2}) \cdot (1 - F_w)] \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:  $W$  = peso total;  $a_1$  = coeficiente de proporcionalidade relativo a fase 1;  $a_2$  = coeficiente de proporcionalidade relativo a fase 2;  $L$  = comprimento total;  $b_1$  = coeficiente de alometria relativo a fase 1;  $b_2$  = coeficiente de alometria relativo a fase 2;  $F_w$  é a equação interruptora (Equação 3).

$$F_w = \frac{1}{1 + e^{R_{sc} \cdot (L - SCP)}} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:  $F_w$  = função interruptora;  $R_{sc}$  = taxa de mudança de fase;  $L$  = comprimento total;  $SCP$  = comprimento que corresponde ao ponto de mudança de fase.

A Equação 2 apresenta duas fases (1 e 2) em uma única equação matemática onde  $F_w$  age como um interruptor de função, assim, quando  $F_w$  assume valores próximos a 1 a função potência é ativada e quando  $F_w$  atinge valores próximos a zero, a função é desativada, sendo possível, dessa forma, separar as fases de crescimento e modelar cada uma delas de forma independente. O comprimento que a espécie apresenta para passar da fase 1 para a fase 2 e a velocidade com que isso ocorre são explicados pelos coeficientes  $SCP$  e  $R_{sc}$ , respectivamente (BERVIAN *et al.*, 2006; BARRADAS, 2016).

O ajuste dos modelos foi feito pelo método da soma dos mínimos quadrados dos resíduos. Este método necessita que a nuvem de dados seja homocedástica, entretanto, em peixes a variância do peso é diretamente proporcional ao aumento em comprimento. Para que o método fosse adequadamente utilizado os resíduos foram calculados proporcionalmente ao peso obtido pelo modelo (Equação 4) (BERVIAN *et al.*, 2006; BARRADAS, 2016).

$$RSS_h = \sum_{i=1}^n \left( \frac{y_i - \hat{y}_i}{\hat{y}_i} \right) \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:  $RSS_h$  = soma dos quadrados dos resíduos homocedásticos;  $y_i$  = observado;  $\hat{y}_i$  = esperado.

O melhor resultado apresentado pelo modelo foi aquele que conseguiu ter a menor variância residual (Equação 4) e que também apresentou a menor soma dos quadrados dos parâmetros das regressões lineares de cada fase de crescimento (Equação 5), assim indicando também a melhor distribuição dos pontos sobre o eixo zero-y. (BERVIAN *et al.*, 2006; BARRADAS, 2016).

$$PSS = \sum_{i=1}^n p_i^2 \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:  $PSS$  = soma dos quadrados dos parâmetros das duas regressões lineares;  $p_i$  = coeficiente ajustado.

Para a obtenção do comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) o algoritmo aplicou o método proposto por Froese & Binohlan (2000), que propõe estimar o  $L_{50}$  de uma espécie através de seus comprimentos máximos e assintóticos.

Para a remoção de “outliers” da matriz de dados o algoritmo desenvolvido por Barradas (2016) o faz em dois momentos: (1) gera uma curva de potência ajustada (Equação 1) para

todos os pontos, calcula os resíduos homocedásticos (Equação 4) e o desvio padrão da amostra, por fim elimina todos os pontos que passam de 2,5 desvios e -2,5 desvios; (2) a Equação 2 é utilizada como base para o cálculo dos desvios padrões dos resíduos homocedásticos. A remoção dos outliers se dá mantendo apenas os pontos mais próximos da média de cada intervalo de crescimento, removendo as informações onde os resíduos homocedásticos alcançam valores maiores que 1,96 e menores que -1,96 desvios.

Para fêmeas, machos e todo o conjunto de dados (espécimes não identificados, fêmeas e machos), foram analisados os padrões nas distribuições dos Pontos de Mudança de Fases (SCP) através de suas relações com o comprimento máximo e primeira maturação.

Para comparação dos modelos unifásico e polifásico, foi realizado um teste de Akaike (1974), este que considera um modelo melhor que o outro através do resultado final do ajuste da soma dos quadrados dos resíduos e das penalizações por adição de parâmetros.

## 4 RESULTADOS

No ponto 1, a relação peso-comprimento para fêmeas apresentou o coeficiente alométrico ( $b = 3,27$ ) para o modelo unifásico de Huxley (Tabela 1), indicando alometria positiva, entretanto para a primeira fase do modelo polifásico um valor muito abaixo de 3 ( $b = 2,30$ ) e para a segunda fase um valor ligeiramente próximo de 3 ( $b = 2,97$ ) (Tabela 1), o primeiro indicando alometria negativa e o segundo isometria.

Para os machos do ponto 1, o coeficiente alométrico referente ao modelo unifásico foi acima de 3 ( $b = 3,25$ ) (Tabela 1), indicando alometria positiva, no entanto para a primeira e segunda fase do modelo polifásico apresentou valores abaixo de 3 ( $b = 2,02$ ) e ( $b = 2,44$ ) (Tabela 1), alometria negativa, em ambas as fases.

Para todo o conjunto de dados (fêmeas e machos) do ponto 1, o coeficiente alométrico foi ( $b = 3,37$ ) para o modelo unifásico (Tabela 1) e para a primeira e segunda fase do modelo polifásico foi de ( $b = 3,64$ ) e ( $b = 3,93$ ) respectivamente (Tabela 1), indicando em ambos modelos alometria positiva.

O SCP, diferenciou-se do  $L_{50}$  em 4 mm para fêmeas, 6 mm para machos e 7 mm para todo o conjunto de dados (Tabela 1).

Gênero	Coeficiente b (Unifásico)	Coeficiente b (Polifásico)		SCP	L <sub>50</sub>
		1ª Fase	2ª Fase		
Fêmea	3.27	2.30	2.97	3.3	3.7
Macho	2.25	2.02	2.44	2.0	2.6
Todo conjunto de dados	3.37	3.64	3.93	2.6	3.3

Tabela 1 - Ponto 1 - Valores do coeficiente b para os modelos unifásico e polifásico e valores de SCP e L<sub>50</sub> para fêmeas, machos e todo o conjunto de dados de *Phalloceros harpagos*. FONTE: Autor (2018).

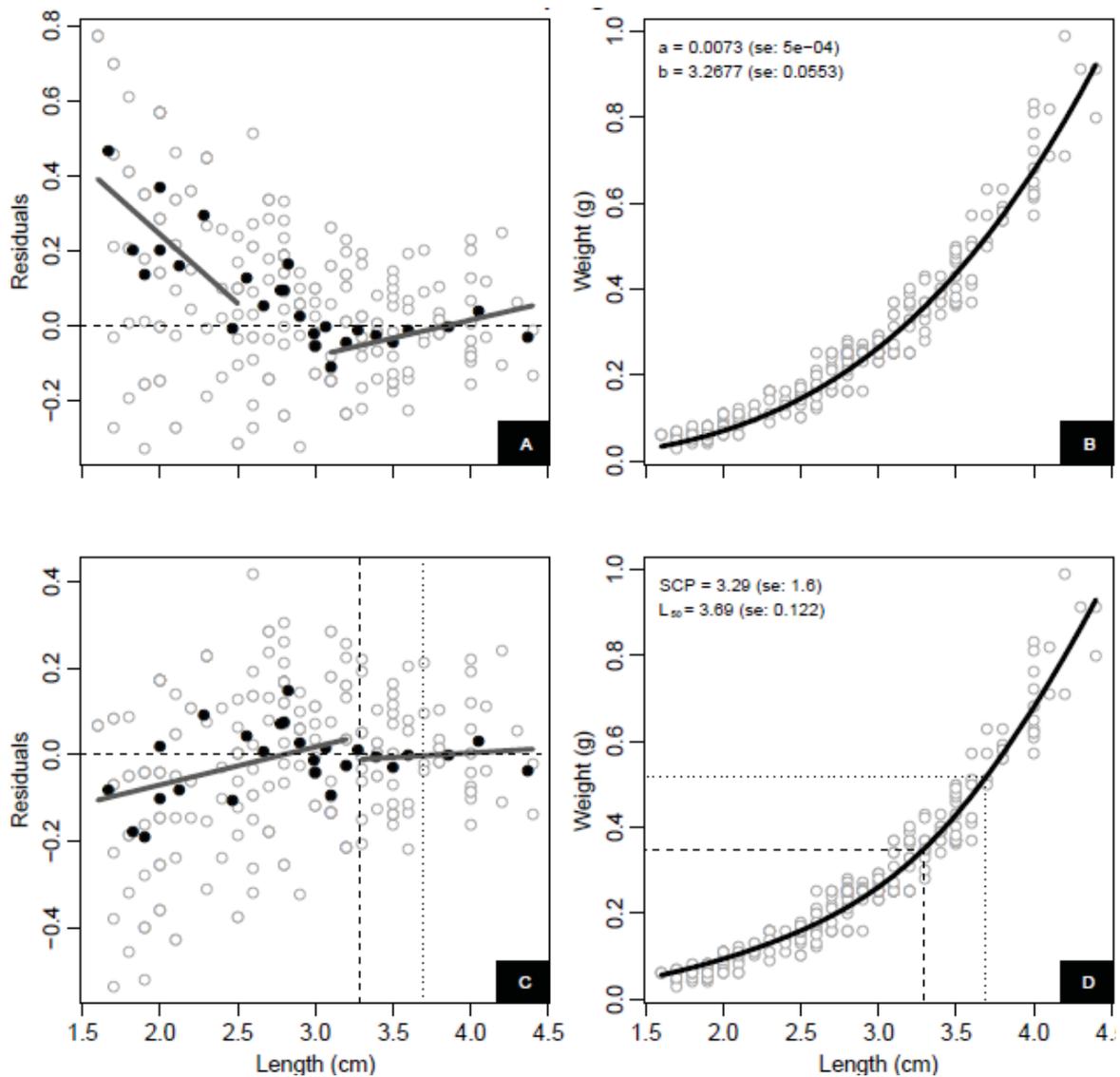


Figura 3 - Ponto 1 - Fêmea de *Phalloceros harpagos*: (a) Distribuição dos resíduos homocedásticos; (b) Curva de comprimento e peso referente ao modelo unifásico de Huxley; (c) Distribuição de resíduos homocedásticos; (d) Curva de comprimento e peso referente ao modelo polifásico. A linha pontilhada representa o L<sub>50</sub> e a linha tracejada o SCP. Linhas sólidas em cinza representam regressões lineares ajustadas ao primeiro e último terços dos pontos A e aos pontos da primeira e segunda fase em C. (n = 303) FONTE: Autor (2018).

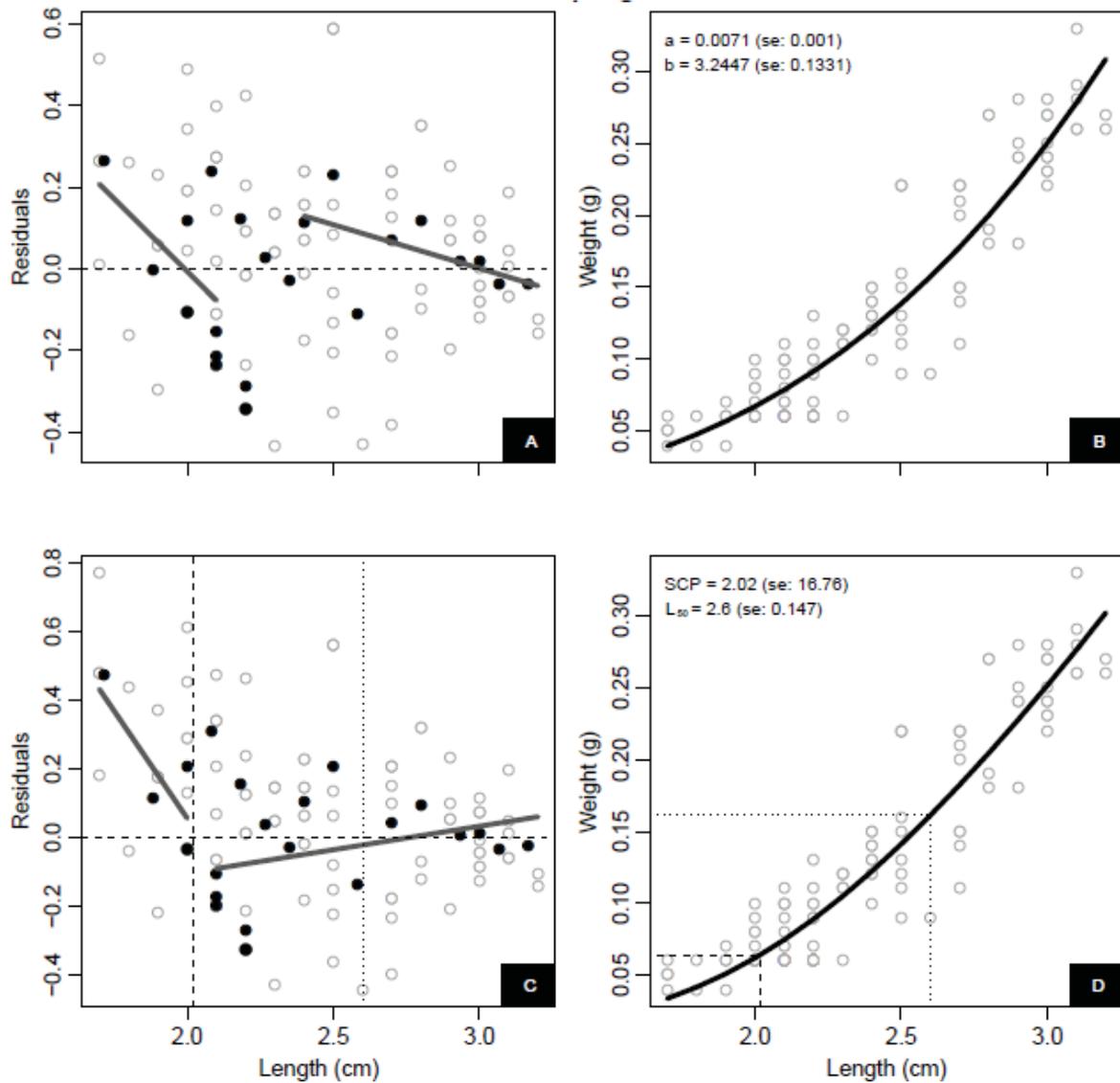


Figura 4 – Ponto 1 - Macho de *Phalloceros harpagos*: (a) Distribuição dos resíduos homocedásticos; (b) Curva de comprimento e peso referente ao modelo unifásico de Huxley; (c) Distribuição de resíduos homocedásticos; (d) Curva de comprimento e peso referente ao modelo polifásico. A linha pontilhada representa o  $L_{50}$  e a linha tracejada o  $SCP$ . Linhas sólidas em cinza representam regressões lineares ajustadas ao primeiro e último terços dos pontos A e aos pontos da primeira e segunda fase em C. (n = 141) FONTE: Autor (2018).

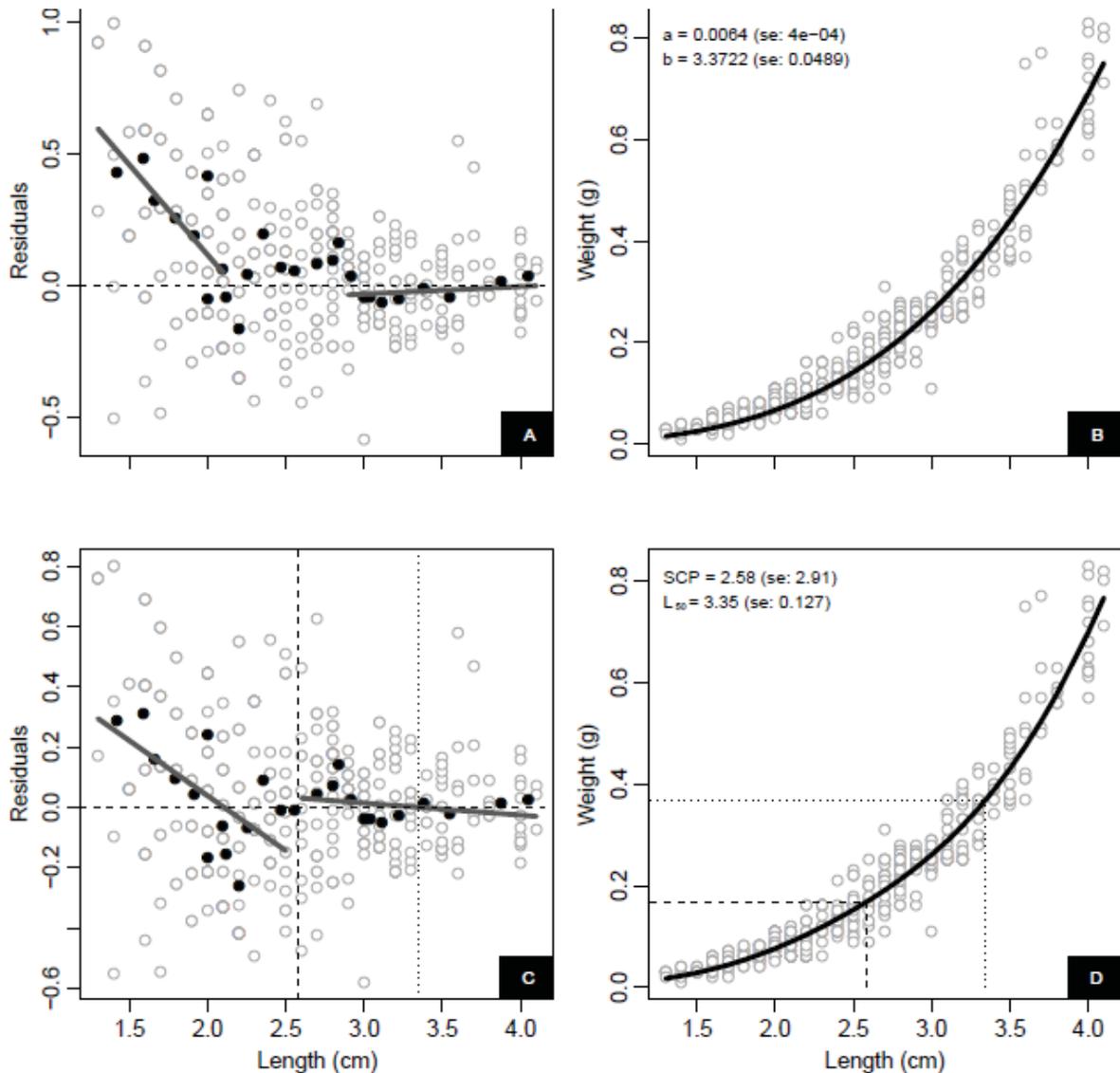


Figura 5 – Ponto 1 - Todo conjunto de dados de *Phalloceros harpagos*: (a) Distribuição dos resíduos homocedásticos; (b) Curva de comprimento e peso referente ao modelo unifásico de Huxley; (c) Distribuição de resíduos homocedásticos; (d) Curva de comprimento e peso referente ao modelo polifásico. A linha pontilhada representa o  $L_{50}$  e a linha tracejada o  $SCP$ . Linhas sólidas em cinza representam regressões lineares ajustadas ao primeiro e último terços dos pontos A e aos pontos da primeira e segunda fase em C. (n = 531) FONTE: Autor (2018).

Para os modelos unifásico e polifásico, os valores de Akaike obtidos para as populações do Ponto 1, foram:

<i>Phalloceros harpagos</i>	Akaike- modelo unifásico	Akaike -modelo polifásico
<b>Fêmeas</b>	146390,47	141748,87
<b>Machos</b>	43859,28	44111,93
<b>Todo conjunto de dados</b>	558045,83	551194,97

Tabela 2 - Ponto 1 - Comparativo do teste de Akaike para os modelos unifásico e polifásico para fêmeas, machos e todo o conjunto de dados de *Phalloceros harpagos*. FONTE: Autor (2018).

Nos pontos unificados 2, 3 e 4 a relação peso-comprimento da população de fêmeas apresentou o coeficiente alométrico ( $b = 3,03$ ), indicando isometria (Tabela 3). Entretanto quando considerado o modelo polifásico, na primeira fase, o coeficiente alométrico foi ( $b = 1,72$ ) e para a segunda fase ( $b = 2,57$ ), ambos indicando alometria negativa (Tabela 3).

Para os machos, nos pontos unificados 2, 3 e 4 a relação peso-comprimento apresentou o coeficiente alométrico ( $b = 3,06$ ), indicando isometria (Tabela 3). Entretanto quando considerado o modelo polifásico, na primeira fase, o coeficiente alométrico foi ( $b = 2,65$ ) (alometria negativa) e para a segunda fase ( $b = 3,96$ ), indicando alometria positiva (Tabela 3).

Para todo o conjunto de dados nos pontos 2, 3 e 4, a relação peso-comprimento apresentou o coeficiente alométrico ( $b = 3,63$ ) para o modelo unifásico, indicando alometria positiva (Tabela 3). Na primeira fase do modelo polifásico apresentou ( $b = 2,63$ ) (alometria negativa). Na segunda fase ( $b = 3,21$ ), indicando alometria positiva (Tabela 3).

O *SCP*, diferenciou-se do  $L_{50}$  para fêmeas em 10 mm, 8 mm para machos e 4 mm para todo o conjunto de dados (Tabela 3).

Gênero	Coeficiente b (Unifásico)	Coeficiente b (Polifásico)		SCP	$L_{50}$
		1ª Fase	2ª Fase		
<b>Fêmea</b>	3.3	1.72	2.57	2.9	3.9
<b>Macho</b>	3.06	2.65	3.96	1.8	2.6
<b>Todo conjunto de dados</b>	3.63	2.63	3.21	3.2	3.6

Tabela 3 - Ponto 2, 3 e 4 - Valores do coeficiente b para os modelos unifásico e polifásico e valores de SCP e  $L_{50}$  para fêmeas, machos e todo o conjunto de dados de *Phalloceros harpagos*. FONTE: Autor (2018).

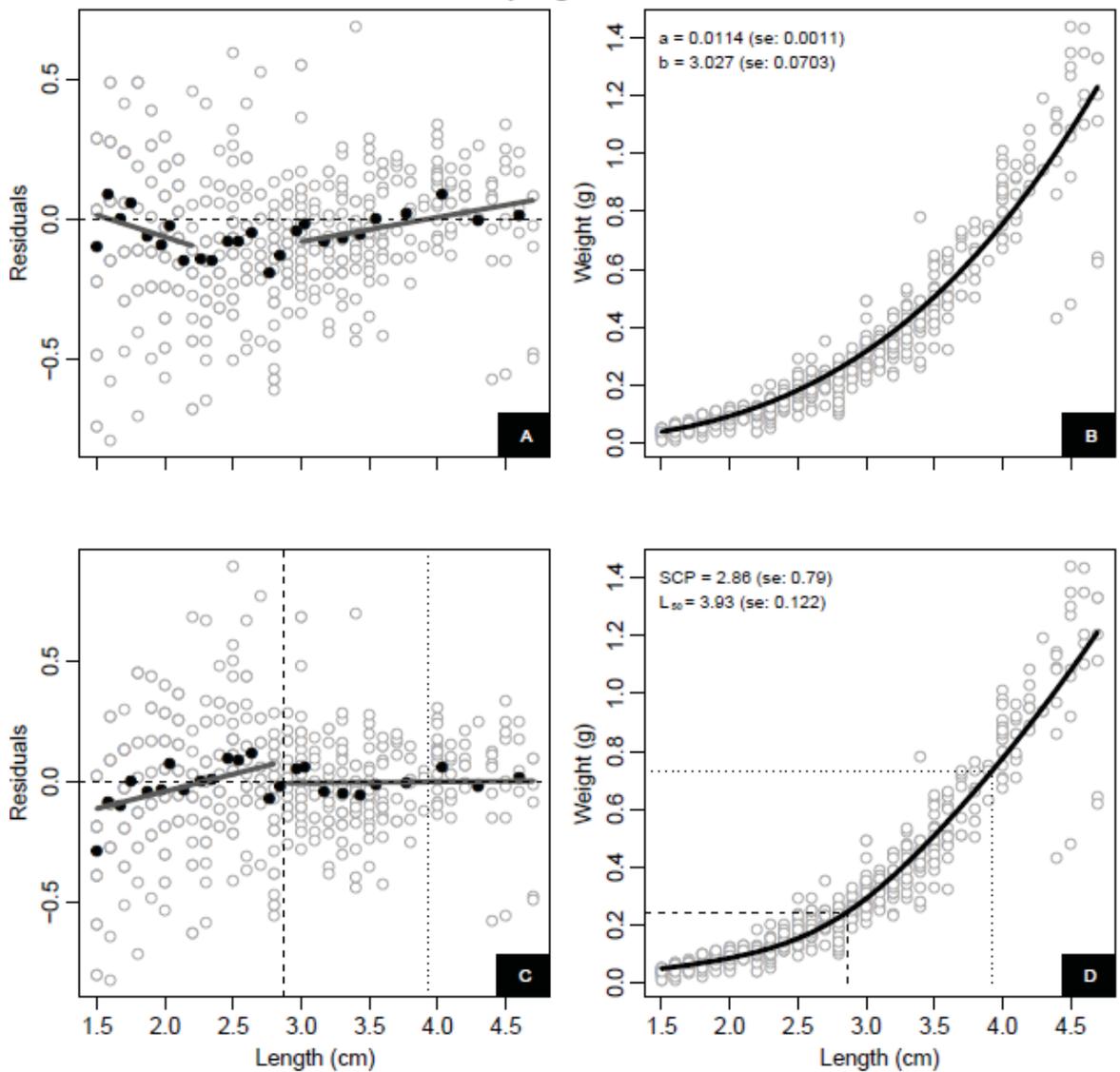


Figura 6 - Pontos 2, 3 e 4 unificados - Fêmea de *Phalloceros harpagos*: (a) Distribuição dos resíduos homocedásticos; (b) Curva de comprimento e peso referente ao modelo unifásico de Huxley; (c) Distribuição de resíduos homocedásticos; (d) Curva de comprimento e peso referente ao modelo polifásico. A linha pontilhada representa o  $L_{50}$  e a linha tracejada o  $SCP$ . Linhas sólidas em cinza representam regressões lineares ajustadas ao primeiro e último terços dos pontos A e aos pontos da primeira e segunda fase em C. (n = 545) FONTE: Autor (2018).

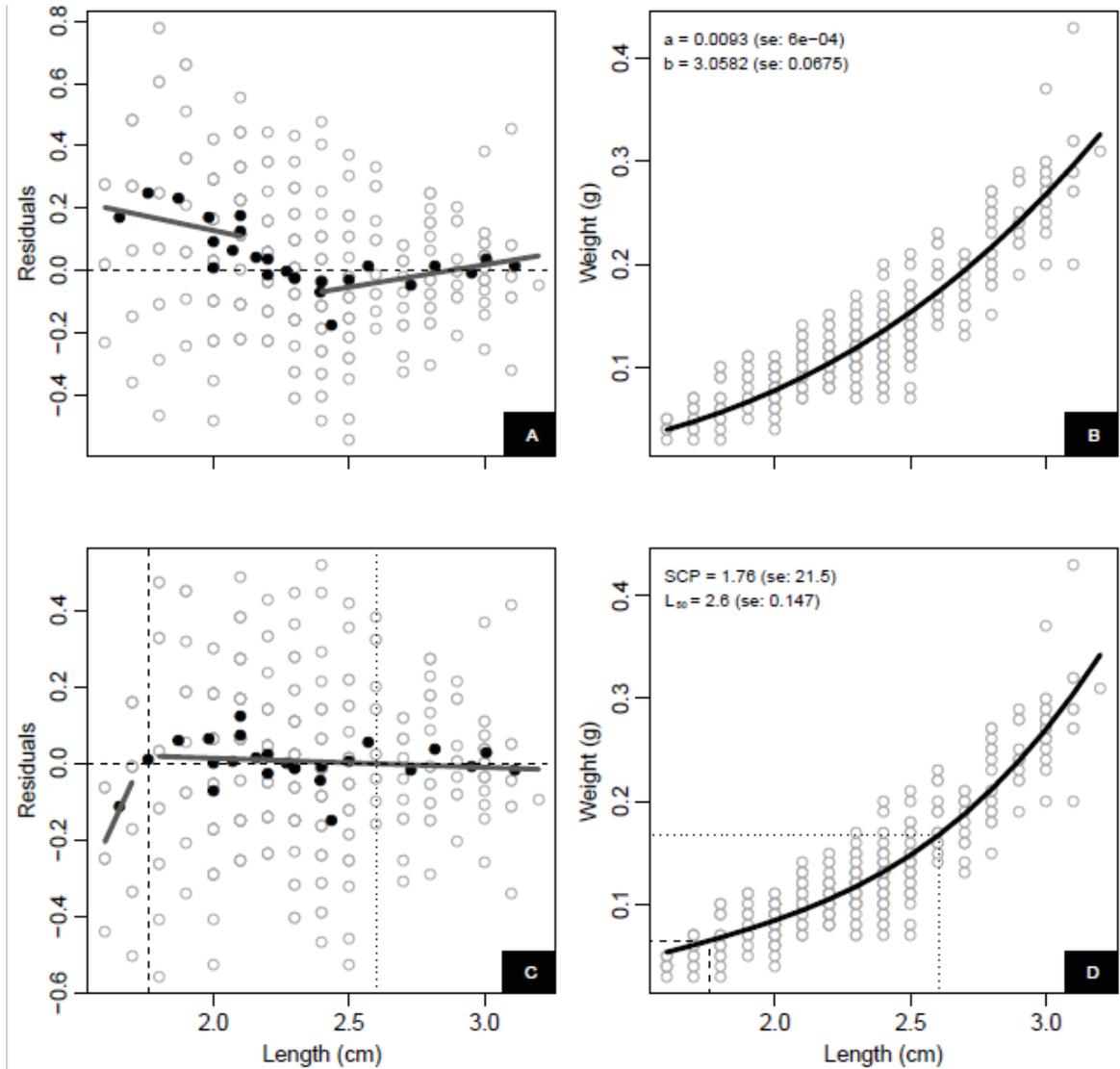


Figura 7 - Pontos 2, 3 e 4 unificados - Machos de *Phalloceros harpagos*: (a) Distribuição dos resíduos homocedásticos; (b) Curva de comprimento e peso referente ao modelo unifásico de Huxley; (c) Distribuição de resíduos homocedásticos; (d) Curva de comprimento e peso referente ao modelo polifásico. A linha pontilhada representa o  $L_{50}$  e a linha tracejada o  $SCP$ . Linhas sólidas em cinza representam regressões lineares ajustadas ao primeiro e último terços dos pontos A e aos pontos da primeira e segunda fase em C. ( $n = 416$ ) FONTE: Autor (2018).

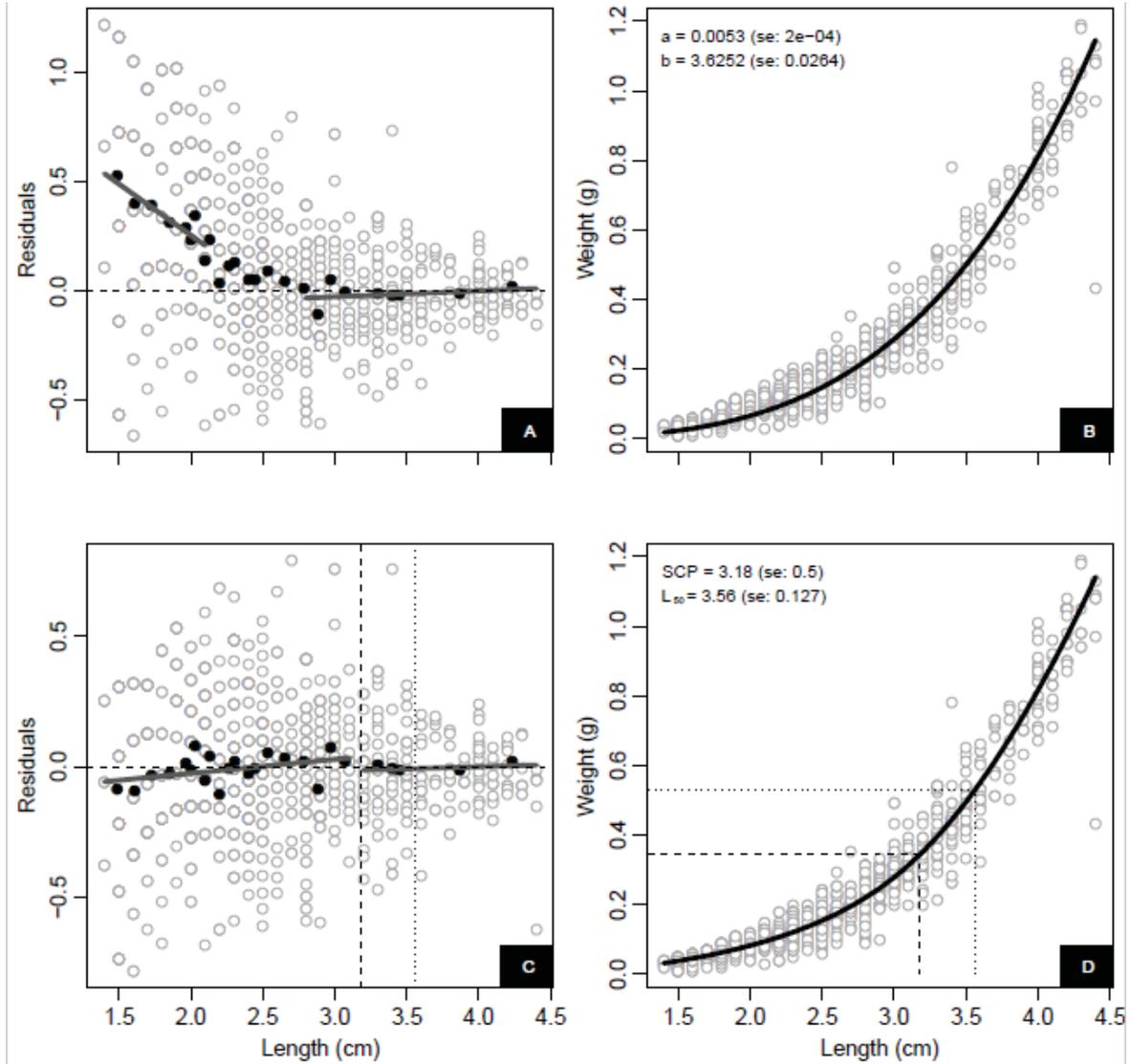


Figura 8 - Pontos 2, 3 e 4 unificados – Todo conjunto de dados de *Phalloceros harpagos*: (a) Distribuição dos resíduos homocedásticos; (b) Curva de comprimento e peso referente ao modelo unifásico de Huxley; (c) Distribuição de resíduos homocedásticos; (d) Curva de comprimento e peso referente ao modelo polifásico. A linha pontilhada representa o  $L_{50}$  e a linha tracejada o  $SCP$ . Linhas sólidas em cinza representam regressões lineares ajustadas ao primeiro e último terços dos pontos A e aos pontos da primeira e segunda fase em C. ( $n = 1742$ )  
 FONTE: Autor (2018).

Para os modelos unifásico e polifásico, os valores de Akaike obtidos para a população dos Pontos 2, 3 e 4 unificados, foram:

<i>Phalloceros harpagos</i>	Akaike– modelo unifásico	Akaike –modelo polifásico
<b>Fêmeas</b>	489785,19	486174,29
<b>Machos</b>	369028,73	365845,47
<b>Todo conjunto de dados</b>	5910065,87	5670348,12

Tabela 4 - Ponto 2, 3 e 4 - Comparativo do teste de Akaike para os modelos unifásico e polifásico para fêmeas, machos e todo o conjunto de dados de *Phalloceros harpagos*. FONTE: Autor (2018).

## 5 DISCUSSÃO

A aplicação de ferramentas estatísticas e computacionais torna possível estabelecer importantes relações para melhorar o entendimento sobre o crescimento de peixes (BARRADAS, 2016). Através dos modelos ajustados observamos diferentes padrões de crescimento. No ponto 1, para o modelo de Huxley, fêmeas e machos de *P. harpagos*, cresceram em peso proporcionalmente mais que comprimento em todo seu ciclo de vida, entretanto, para o modelo polifásico os crescimentos foram diferentes. As fêmeas apresentaram na primeira fase crescimento alométrico negativo, e na segunda fase crescimento isométrico. Portanto, notamos que existe uma diferença na forma que a fêmea cresce, onde ela em primeiro momento tem seu comprimento aumentado proporcionalmente mais que o peso, para então crescer proporcionalmente igual em peso e crescimento. Para os Pontos 2, 3 e 4 unificados, as fêmeas e os machos também apresentaram diferença entre os modelos, Huxley implicou em um crescimento proporcionalmente igual entre peso e crescimento para ambos os sexos. Entretanto, para fêmeas o modelo polifásico em ambas as fases teve seu crescimento proporcionalmente maior em comprimento do que em peso. Considerando que na primeira fase do modelo, o valor foi muito abaixo de 3, e para a segunda nem tanto, podemos sugerir que na primeira fase a fêmea estava aumentando seu comprimento rapidamente até seu SCP, quando mudou de forma a diminuir esse incremento em comprimento e começou a investir no processo de maturação sexual, considerando que seu  $L_{50}$  se encontra perto de seu SCP. Segundo Fontoura *et al.* (2010), o modelo polifásico serve como ferramenta de detecção de aspectos como a maturação sexual. Fontoura *et al.* (2010) também considera que a reprodução pode alterar drasticamente o orçamento energético direcionado para o crescimento corporal, e pode ser refletido no padrão de crescimento, supomos que a presença de um Ponto de Mudança de Fase (SCP) pode ser

indicativa do tamanho da primeira maturação ( $L_{50}$ ), assim sendo, o incremento em peso observado em ambas as populações de fêmeas na segunda fase do modelo polifásico, pode estar relacionado ao fato das fêmeas de ambas as populações estar em entrando em atividade reprodutiva, devido à proximidade de seus SCP e  $L_{50}$ .

Diferentemente do modelo de Huxley, os machos de *P. harpagos* do Ponto 1 apresentaram um crescimento alométrico negativo para ambas as fases do modelo polifásico, indicando que seu comprimento aumenta proporcionalmente mais que seu peso durante todo seu ciclo de vida. Neste caso os machos tendem a investir em um crescimento acelerado em comprimento e apresentam SCP e  $L_{50}$  menores comparado ao das fêmeas. Para os machos dos Pontos 2, 3 e 4 unificados, o modelo polifásico apresentou um crescimento proporcionalmente maior em comprimento em relação ao peso na primeira fase, e na segunda fase um crescimento proporcionalmente maior em peso em relação ao crescimento. Indicando que os machos dessa população crescem primeiramente mais em comprimento, para depois aumentar proporcionalmente mais em peso, um indicativo disso, é a proximidade de seu SCP e seu  $L_{50}$ . Segundo Endler (1983) as diferenças de tamanhos entre os sexos podem surgir porque a energia que seria gasta em crescimento é sublocada para natação e exibição em machos, enquanto as fêmeas alocam a energia para crescimento corporal e gonadal, produção de ovos e transferência de alimentos para os embriões. Essas informações juntamente com os diferentes crescimentos polifásicos de ambos os sexos, corroboram com a hipótese de que fêmeas e machos apresentam um crescimento polifásico diferente. As estimativas de tamanho de primeira maturação  $L_{50}$ , para essas informações quando comparadas com o SCP, sugerem que o atingimento da maturidade sexual causa um distúrbio no investimento energético fazendo com que os indivíduos ganhem proporcionalmente mais massa do que comprimento nesses pontos.

Entrando dentro do contexto habitat, o rio Verde apresenta características decorrentes de atividades antrópicas, que afetaram tanto sua paisagem quanto a qualidade da água, assim impactando a ictiofauna presente ao longo do rio (ROCHA; WEIRICH NETO, 2010).

Segundo Silveira *et al.*, (2018) o Ponto 1 apresenta melhor qualidade da água de todos os locais amostrados no rio Verde e menor diversidade de ictiofauna. Os Pontos 2 e 3 apresentam maior diversidade de ictiofauna, entretanto, o zoneamento urbano em ambas as margens do rio, substituiu a vegetação ribeirinha original por gramíneas e construiu drenagens pluviais prejudiciais. Os Pontos 3 e 4 apresentam águas de menor qualidade, onde as concentrações de oxigênio dissolvido, ficaram abaixo da resolução brasileira (5,0 mg / l) (CONAMA, 2005) e limites internacionais (6,5 mg / l) (CCME, 1999).

Levando em consideração esse gradiente de impacto, observamos que existe uma diminuição da qualidade da água e do habitat saindo do ponto 1 – Capão da onça (Figura 2-A) em direção ao ponto 4 – Sanepar (Figura 2-E). Considerando fêmeas, machos e todo o conjunto de dados, todos apresentaram *SCP* menores para a população dos pontos 2, 3 e 4 (Figuras 6, 7 e 8), quando comparados à população do Ponto 1. É presumível que ambientes em como estes, com maior diversidade biológica e menor disponibilidade de alimentos devido a degradação das vegetações ripárias, impliquem em competição por alimentos e até mesmo em pressão predatória, fazendo com que *P. harpagos* execute uma estratégia reprodutiva onde ele tenda a investir em comprimentos menores para reprodução. Segundo Endler (1983) fêmeas maiores produzem ninhadas maiores, mas existem maiores gastos energéticos, e maior risco de predadores, por carregar as ninhadas por longos períodos, então é possível que as fêmeas menores sejam favorecidas em áreas com baixa disponibilidade de alimentos ou predação muito alta. Os machos também são menores na maturação em áreas com alta predação. Poecilídeos de comunidades de alta predação mostram maturidade precoce, aumento da fecundidade, intervalos mais curtos entre crias e maior quantidade reprodutiva em comparação com suas contrapartes de locais de baixa predação. (GORINI-PACHECO *et al.*, 2017).

A intensidade de predação frequentemente varia longitudinalmente em rios com mudanças repentinas que ocorrem após cachoeiras, que impedem a colonização a montante por peixes predadores (HASKINS, *et al.*, 1961). Como resultado, as cabeceiras e afluentes geralmente são ambientes de baixa predação, enquanto as seções a jusante são ambientes de alta predação. Assim sendo, a população de fêmeas e machos do Ponto 1, vivenciam uma realidade diferente da população dos pontos subsequentes, pois se encontram em uma área onde existe menor diversidade biológica, baixa predação, maior qualidade de água e maior disponibilidade de alimento devido a vegetação ripária, assim podem apresentar *SCP* maiores. A vantagem de comprimentos maiores e uma gestação longa é uma maior qualidade de descendentes (ENDLER, 1983).

Para uma melhor análise foi realizado o teste de Akaike - AIC (1974), este que considera um modelo melhor que o outro através do resultado final do ajuste da soma dos quadrados dos resíduos e das penalizações por adição de parâmetros. Sabendo disso, o modelo com menor valor de Akaike é considerado o modelo mais simples e de melhor ajuste. Para quase todos os modelos polifásicos os valores de AIC foram menores, exceto para os machos do Ponto 1. Desta forma o modelo polifásico apresentou um melhor resultado matemático

quando comparado ao modelo de Huxley, mas isso não implica necessariamente em um resultado biologicamente representativo. Como observado para ambas as populações de machos, o modelo nem sempre consegue um melhor ajuste em relação ao modelo unifásico (Figura 4-A e 4-C), (Figura 7-A e 7-C), em ambos os ajustes o modelo de Huxley mostrou uma melhor disposição das retas das regressões lineares.

Como visto acima, o modelo polifásico corrobora com uma análise de maior sensibilidade às mudanças nos padrões de crescimento de *Phalloceros harpagos*, trazendo informações novas que podem ser de grande ajuda ao entendimento da biologia da espécie, esta que apresenta limitações sobre o estudo de seu crescimento, considerando a falta de trabalhos que empreguem o uso deste modelo.

## REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. A. A new Look at the Statistical Model Identification. **IEEE Transactions on automatic control**, Minato-ku, Tokyo, Japan. v.19, n.6, p.716-723, 1974.
- BARRADAS, J. R. S. Crescimento polifásico de peixes: relações ecológicas e taxonômicas. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas: Zoologia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 13. 21-24, 2016.
- BERVIAN, G.; FONTOURA, N. F. & HAIMOVICI, M. Statistical model of variable allometric growth: otolith growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). **J.Fish Biol.** p. 196–208, 2006.
- ENDLER, J. A. Natural and sexual selection on color patterns in Poeciliid fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v.9, n.2, p. 173-190, 1983.
- FONTOURA, N. F.; JESUS, A. S.; LARRE, G. G. & PORTO, J. Can weight/length relationship predict size at first maturity? A case study with two species of Characidae. **Neotrop Ichthyol.** p. 835–40, 2010.
- FROESE, R & BINOHLAN, C. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. **J Fish Biol.** p. 758–73, 2000.
- FROESE, R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **J Appl Ichthyol.** p. 241–53, 2006.
- FROESE, R.; PAULY, D. 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication, version (02/2015). Disponível em: <<http://www.fishbase.org>>. Acessado em: 30/08/2018.
- FULTON, T. W. The rate of growth of fishes. **22nd Annu Rep Fish Board Scotl.** In: NASH, R. D. M.; VALENCIA, A. H.; GEFFEN, A. J. The Origin of Fulton's Condition Factor - Setting the Record Straight. Fisheries. Essay: **Fisheries History**, p.236–238. 2006.
- GEALH, A. M. Conhecendo os peixes do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Os Campos Gerais do Paraná.** In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Editora UEPG, p.17-21. 230, 2010.
- GORINI-PACHECO, B., ZANDONÀ, E. & MAZZONI, R. Predation effects on matrotrophy, superfetation and other life history traits in *Phalloceros harpagos*. **Ecol. Freshw. Fish** **2017**, 1–11 (2017).
- HASKINS, C. P. E. F.; HASKINS, J. J. A.; Mc-LAUGHLIN; R. E. HEWITT. Polymorphism and population structure in *Lebistes reticulatus*, a population study, p. 320-395. In W. F. Blair (ed.), *Vertebrate Speciation*. University of Texas Press, Austin. 1961.
- HENSEL, R. Beitrage zur kenntnis der wirbelthiere Sudbrasilens. (Contribution to knowledge of the vertebrates of southern Brazil). **Arch. F. Naturg.**In: LUCINDA, P. H. F. *Systematics and biogeography of the genus Phalloceros Eigenmann, 1907 (Cyprinodontiformes:*

*Poeciliidae: Poeciliinae*), with the description of twenty-one new species. **Neotrop. ichthyol.**v.6, n.2, p.113-158, 2008.

HUXLEY, J. S. Constant differential growth-ratios and their significance. **Nature.** p. 896–867, 1924.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch. (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, p. 201-219, 1951.  
LUCINDA, P. H. F. Family Poeciliidae. **Check List Freshw. Fishes South Cent. Am.** 2, 555–581, 2003.

LUCINDA, P. H. F. *Systematics and biogeography of the genus Phalloceros Eigenmann, 1907 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae)*, with the description of twenty-one new species. **Neotrop. ichthyol.**v.6, n.2, p.113-158, 2008.

MEADOR, M. R.; GOLDSTEIN, R. M. Assessing water quality at large geographic scales: relations among land use, water physicochemistry, riparian condition, and fish community structure. **Environmental Management.** p. 504-517, 2003.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Os Campos Gerais do Paraná.** In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná. Ponta Grossa: Editora UEPG, p. 17-21, 2007.

ROCHA, C. H.; WEIRICH-NETO, P. H. Padrões de uso das terras e implicações ambientais. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (Orgs.) **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente.** Ponta Grossa: UEPG. p.23-42. p.199, 2010.

SILVA, E. C.; COSTA, W.; MARQUES, M. B.; SILVA, N. C.; COSTA, R. P. Um indicativo da relação entre as atividades humanas e a contaminação das águas do rio Verde - Ponta Grossa-Pr. **UEPG, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias.** p. 247-254, 2008.

SILVEIRA, E. da S.; BALLESTER, E. L. C.; COSTA, K. A. da; SCHEFFER, E. W. de O.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M.; Fish community response to environmental variations in an impacted Neotropical basin. **Ecology of Freshwater Fish.**1–14, 2018.

SPENCER, H. The Principles of Biology, 2 volumes. London: **Williams & Norgate**;1864.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Maringá: Eduem. p.4-7, p. 169, 1996.

## ANEXOS

### Anexo 1: Resumo dos ajustes para o modelo unifásico referente a *Phalloceros harpagos* no Ponto 1:

Gênero	n	Comprimento Máximo (cm)	a (s.e.)	b (s.e.)
Fêmea	303	4.4	0.0073 (5.00E-04)	3.26 (0.0553)
Macho	141	3.2	0.0071 (0.001)	3.2447 (0.1331)
Todo conjunto de dados	531	4.1	0.0064 (4.00E-04)	3.3722 (0.0489)

### Anexo 2: Resumo dos ajustes para o modelo polifásico referente a *Phalloceros harpagos* no Ponto 1:

Gênero	a1 (s.e.)	b1 (s.e.)	a2 (s.e.)	b2 (s.e.)	Rate (s.e.)	SCP (s.e.)	L50
Fêmea	0.0191 (0.0152)	2.2956 (1.15)	0.0117 (0.042)	2.9699 (2.2574)	2.4 (4.5646)	3.2865 (1.6033)	<b>3.7</b>
Macho	0.0062 (0.2203)	2.0241 (173.2961)	0.0186 (0.2848)	2.4358 (11.3654)	2.4 (35.2263)	2.0182 (16.7633)	<b>2.6</b>
Todo conjunto de dados	0.0067 (0.0097)	3.6396 (3.3476)	0.003 (0.0058)	3.9247 (1.3055)	2.4 (4.4216)	2.58 (2.9067)	<b>3.3</b>

### Anexo 3: Resumo dos ajustes para o modelo unifásico referente a *Phalloceros harpagos* nos pontos 2, 3 e 4 unificados.

Gênero	n	Comprimento Máximo (cm)	a (s.e.)	b (s.e.)
Fêmea	545	4.7	0.0114 (0.0011)	3.027 (0.0703)
Macho	416	3.2	0.0093 (6.00E-04)	3.0582 (0.0675)
Todo conjunto de dados	1742	4.4	0.0053 (2.00E-04)	3.6252 (0.0264)

### Anexo 4: Resumo dos ajustes para o modelo polifásico referente a *Phalloceros harpagos* nos pontos 2, 3 e 4 unificados.

Gênero	a1 (s.e.)	b1 (s.e.)	a2 (s.e.)	b2 (s.e.)	Rate (s.e.)	SCP (s.e.)	L50
Fêmea	0.0241 (0.052)	1.715 (3.686)	0.023 (0.0279)	2.5675 (0.7594)	2.4 (3.1875)	2.8642 (0.7869)	<b>3.9</b>
Macho	0.022 (0.0566)	2.6508 (30.1446)	0.0034 (0.033)	3.9593 (7.2945)	2.0907 (8.6174)	1.76 (21.4977)	<b>2.6</b>
Todo conjunto de dados	0.0132 (0.0064)	2.6302 (0.7328)	0.01 (0.0142)	3.2128 (0.8977)	2.4 (2.2607)	3.179 (0.4957)	<b>3.6</b>