

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR  
NÚCLEO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**PARÂMETROS POPULACIONAIS, CARACTERIZAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS  
ANÉIS DE CRESCIMENTO, NOS OTÓLITOS *LAPILLUS*, DA DOURADA  
(*Brachyplatystoma rousseauxii*) NA BACIA DO RIO MADEIRA, RO.**

LARISSA DE CÁSSIA ROQUE DE MELO

Porto Velho (RO)

2010

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR  
NÚCLEO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**PARÂMETROS POPULACIONAIS, CARACTERIZAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS  
ANÉIS DE CRESCIMENTO, NOS OTÓLITOS *LAPILLUS*, DA DOURADA  
(*Brachyplatystoma rousseauxii*) NA BACIA DO RIO MADEIRA, RO.**

LARISSA DE CÁSSIA ROQUE DE MELO

Orientadora: MSc. Marília Hauser dos Santos

Co-orientadora: MSc. Denise Lopes Dutra

Monografia apresentada ao Departamento de Biologia da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Porto Velho (RO)

2010

LARISSA DE CÁSSIA ROQUE DE MELO

PARÂMETROS POPULACIONAIS, CARACTERIZAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO, NOS OTÓLITOS *LAPILLUS*, DA DOURADA (*Brachyplatystoma rousseauxii*) NA BACIA DO RIO MADEIRA, RO.

Comissão examinadora

---

MSc. Marília Hauser dos Santos

---

MSc. Denise Lopes Dutra

---

Dra. Sidinéia Aparecida Amadio

---

Dra. Gislene Torrente-Vilara

Porto Velho, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

*Este manuscrito dedico com muito  
amor aos meus pais.*

## AGRADECIMENTOS

*Mais uma vez e sempre à minha mãe, que sem dúvida é a pessoa que mais acredita e tem certeza do meu sucesso. Mãe obrigada por esse amor imenso concedido a mim e pelas inúmeras palavras de incentivo que me fizeram ter forças diante das dificuldades.*

*À MSc. Marília Hauser dos Santos pela orientação e por me fazer acreditar que era possível. Pela paciência e por todas as manhãs, tardes e noites dedicadas à construção deste trabalho.*

*À Dra. Sidnéia Amadio do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) e ao Dr. Juan Carlos Alonso do Instituto Amazônico de Investigaciones Científicas (SINCHI) pelos cursos de crescimento, os quais foram base para o meu conhecimento sobre o estudo de determinação de idade e crescimento em peixes. Agradeço à Dra. Carolina Doria pela oportunidade de estágio, a qual foi fundamental para o meu ingresso no mundo da ciência.*

*A todos que fazem ou fizeram parte da equipe do crescimento (Ariel, Daiana, Lorena, Marília, Denise e Celso). Em especial ao Ariel e Daiana por estarem comigo desde o princípio do projeto, pelo companheirismo e dedicação durante os vários dias de trabalho incessante, incluindo diversos sábados e feriados, além disso, sou muito grata pela força nos momentos mais críticos de nossos trabalhos.*

*A toda turma de Biologia 2007 pelos bons e maus momentos, pela diversão nas aulas de campo, pelos seminários intermináveis. Ao Bruno Stefany (Chocolate) e Maria Francisca (Bilu), Márcia e Luciana pela amizade que construímos durante esse tempo de faculdade, por todas as parcerias nos seminários, nos momentos de estudos e nas inúmeras horas de conversas regadas com muita risada.*

*Aos membros do laboratório de Ictiologia e Pesca (LIP).*

*Ao Departamento de Biologia e seu corpo docente pela contribuição em minha formação profissional.*

*A Santo Antônio Energia pelo apoio logístico e financeiro.*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
1.1 A DOURADA E O SEU CICLO DE VIDA .....	10
1.2 IDADE E CRESCIMENTO EM PEIXE .....	11
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	13
3.2 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO E EXTRAÇÃO DOS OTÓLITOS .....	14
3.3 PARÂMETROS POPULACIONAIS .....	15
3.4 CRESCIMENTO .....	16
3.4.1 Processamento dos otólitos e leitura .....	16
3.4.2 Caracterização dos anéis de crescimento .....	17
3.4.2.1 Análise qualitativa .....	17
3.4.2.2 Análise quantitativa .....	18
3.4.3 Validação: periodicidade de formação dos anéis de crescimento.....	19
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
4.1 PARÂMETROS POPULACIONAIS .....	20
4.1.1 Estrutura em comprimento .....	20
4.1.2 Relação peso-comprimento .....	21
4.2 CRESCIMENTO.....	22
4.2.1 Descrição morfológica do otólito <i>lapillus</i> .....	22
4.2.2 Análise qualitativa .....	23
4.2.3 Análise quantitativa .....	23
4.2.4 Validação: Periodicidade de formação dos anéis de crescimento .....	27
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplar de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> (Foto: Acervo do Laboratório de Ictiologia e Pesca-UNIR).....	11
Figura 2. Área de estudo com a localização das estações de coletas na bacia do rio Madeira: 1 – Guajará-Mirim, 2 – Nova Mamoré, 3 – Abunã, 4 - Mutum-Paraná, 5 – Cachoeira do Teotônio, 6 –Porto Velho, 7- São Carlos, 8 -Humaíta. (Fonte: Laboratório de Ictiologia e Pesca -UNIR).....	14
Figura 3. Sequência da confecção das lâminas dos cortes transversais nos otólitos <i>lapillus</i> de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> : a - otólito <i>lapillus</i> inteiro com marca transversal de grafite passando pelo núcleo; b - disposição das séries de otólitos com núcleos marcados no molde de madeira contendo resina epóxica; c - isomet digital aparelho utilizado para realização dos cortes dos otólitos; d - lâmina com os dois cortes mais próximos ao núcleo.....	17
Figura 4. Corte transversal do otólito <i>lapillus</i> de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> , indicando o raio total do otólito e o raio de cada anel.....	19
Figura 5. Frequência absoluta dos indivíduos de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> por classe de comprimento total, amostrados na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.....	20
Figura 6. Relação peso total - comprimento total para os exemplares <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> , amostrados na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.....	21
Figura 7: Principais características do otólito <i>lapillus</i> da dourada ( <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> ): a. visão dorsal; b. visão ventral (Adaptado de: Valeruz-Rêgo, 1998; Alonso, 2001). Arte: Jefferson Sodré.....	22
Figura 8. Corte transversal do otólito <i>lapillus</i> de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> , indicando os tipos de anéis.....	23
Figura 9. Regressão linear entre o comprimento total (mm) e o raio total do otólito <i>lapillus</i> (mm) (a), com as respectivas distribuições dos resíduos para o modelo linear (b), de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> , amostrada na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.....	24
Figura 10. Média dos raios dos anéis dos cortes transversais do otólito <i>lapillus</i> (a) e a relação entre o número de anéis no corte transversal destes otólitos e o comprimento total (mm) (b), de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> , amostrada na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.....	26
Figura 11. Variação por período hidrológico dos valores médios do incremento marginal relativo, de <i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> amostrada na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.....	27

## RESUMO

*Brachyplatystoma rousseauxii*, popularmente conhecida como dourada, além de exercer importante papel ecológico, como predadora de topo de cadeia alimentar, também possui expressivo valor econômico na região amazônica, sendo o bagre mais comercializado em toda bacia do rio Madeira, onde seu ciclo de vida ainda é pouco conhecido. Assim, este trabalho objetivou investigar parâmetros populacionais e de crescimento de *B. rousseauxii*, na bacia do rio Madeira. As coletas foram realizadas mensalmente, entre abril de 2009 e junho de 2010, englobando as áreas, do alto e médio, rio Madeira, onde existe atividade pesqueira de grandes bagres. Os parâmetros populacionais analisados foram à relação peso-comprimento e estrutura em comprimento, enquanto o crescimento foi investigado através da caracterização, qualitativa e quantitativa, dos anéis crescimento e conseqüente validação destes, por meio de análise de incremento marginal, por período hidrológico. Verificou-se que a dourada exibe desenvolvimento alométrico positivo além de ampla variação de comprimentos, na bacia do rio Madeira. A maioria dos indivíduos exibiram entre 4 a 8 anéis, predominantemente simples e duplos, os quais exibiram dois padrões de marcação (um primeiro até o quarto anel e um segundo a partir dessa marca), além de adequação ao modelo de Von Bertalanffy. Observou-se ainda, provável formação bianual das marcas de crescimento: a primeira durante a seca, quando a dourada migra em função do movimento de suas presas, e a segunda na enchente, refletindo a provável dispersão das presas, em consequência do pulso de inundação. Assim, considerando a formação das marcas de crescimento duas vezes ao ano, infere-se que a população de douradas da bacia do rio Madeira, possui entre 2 a 4 anos, com esse rio consistindo em possível área de movimentação de indivíduos pré-adultos desse espécie, os quais possuem boa condição corpórea, visto o elevado valor do coeficiente angular.

**Palavras-chave:**



## ABSTRACT

*Brachyplatystoma rousseauxii*, popularly known as dourada, besides playing an important ecological role as top predators of the food chain, also has significant economic value in the Amazon region, being the most traded catfish throughout the Madeira River basin, where its lifecycle remains unknown. This study aimed to explore population and growth parameters of *B. rousseauxii*, in the Madeira River basin. Samples were collected monthly from April 2009 to June 2010, comprising areas of the high and medium Madeira River, where there is fishing activity of large catfish. Population parameters were analyzed for length-weight relationship and length structure, while growth parameters were assessed through characterizing the qualitative and quantitative growth rings and subsequent validation of these, estimated by the method of relative marginal increment (RMI) for hydrological period. It was found that dourada exhibits positive allometric development as well as widely varying lengths, in the Madeira River basin. Most of the individuals exhibited from 4 to 8 rings, predominantly single and double, which exhibited two patterns of marking (a first one until the fourth ring and a second one, from this mark), adapted to the Von Bertalanffy's model. It was also observed, probable twice a year formation of growth rings: the first during drought, when dourada migrates according to the movement of her preys, and the second in the rising, reflecting probable dispersal of preys, as a result of the flood pulse. Considering the formation of the growth rings twice a year, it is estimated that the population of dourada exhibited ranges from 2 to 4 years old on the Madeira River basin, which this river can be a movement area of pre-adult individuals of this species, which present optimal corporeal conditions, due to the high values of the angular coefficient.

**Keywords:** dourada, population parameters, growth, otoliths, Madeira River.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo estimativas recentes a região neotropical abriga a maior diversidade de peixes dulcícolas do planeta, com cerca de seis a oito mil espécies (REIS *et al.*, 2003 ). No entanto, os estudos sobre tal diversidade são escassos e as informações sobre as características biológicas, ecológicas e genéticas dessa ictiofauna são pouco conhecidas (LOWE - McCONNEL,1999).

Uma particularidade da comunidade de peixes da Amazônia é a abundância de grandes espécies predadoras, entre as quais se destacam os grandes bagres da família Pimelodidae: dourada (*Brachyplatystoma rosseauxii*), piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum*), piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) (BARTHEM & GOULDING, 1997). Além da importância ecológica dessas espécies, como predadoras de topo de cadeia alimentar, estas também exercem relevante papel na economia da região amazônica, com as estimativas de produção pesqueira para fins comerciais, na Bolívia, Brasil, Colômbia e Peru, alcançando níveis superiores a 30.000t ano<sup>-1</sup> (FAO-COPESCAL, 2000).

Na Amazônia legal, a cidade de Letícia na Colômbia bem como o estado do Pará, no Brasil, destacam-se por serem os dois principais centros pesqueiros de bagres, com a dourada representando a espécie de maior volume comercializado desse grupo, em toda a bacia amazônica, para qual foi estimada uma produção de cerca de 17.000 toneladas no eixo Solimões-Amazonas, no ano de 2003 (PARENTE *et al.*, 2005). O mesmo padrão é observado para o rio Madeira, onde a dourada também é o bagre mais comercializado em toda sua extensão (GOULDING, 1979). Segundo Doria *et al.* (2010), a participação desta espécie na produção total do rio Madeira, entre 1990 e 2009, foi em média de 19%, correspondendo aproximadamente a 70 toneladas anuais, equivalente a cerca de 3% da produção anual na Amazônia central.

### 1.1 A DOURADA E O SEU CICLO DE VIDA

*Brachyplatystoma rousseauxii*, conhecida popularmente como dourada, é um Siluriforme de grande porte, podendo chegar a 192 cm de comprimento total (BARTHEM & GOULDING, 1997). Diferente das outras espécies do gênero *Brachyplatystoma*, a dourada possui barbilhões curtos e maxilas superior e inferior com tamanhos semelhantes (SANTOS *et al.*, 2006) (Figura 1).

Este Pimelodídeo possui ampla distribuição na bacia amazônica, ocorrendo desde águas salinas do estuário amazônico até as cabeceiras de importantes tributários de água branca como o rio Madeira. Seus hábitos de vida estão intimamente associados ao canal principal dos rios e ao contrário dos outros bagres, esta espécie vive a meia água ou próximo à superfície (BARTHEM & GOULDING, 1997).

Vários estudos foram realizados nos últimos anos com intuito de obter informações sobre o complexo ciclo de vida da dourada na Amazônia (BARTHEM & GOULDING, 1997; BATISTA, 2001; ALONSO, 2002; BATISTA & ALVES-GOMES, 2006; VÁSQUEZ, 2009). Barthem & Goulding (1997), analisando dados de comprimento furcal das douradas capturadas no eixo Estuário- Amazonas- Solimões (EAS), observaram aumento desses comprimentos no sentido Belém-Iquitos, propondo um modelo de migração para a espécie, o qual estabelece áreas distintas de criação, alimentação, crescimento e reprodução. Segundo este modelo, a dourada empreende grandes migrações para completar seu ciclo de vida, nascendo e se reproduzindo nas cabeceiras de vários tributários dos rios Solimões-Amazonas, como por exemplo, o rio Madeira. Em seguida as larvas são carregadas até o estuário, em Belém, que seria a área de criação, enquanto a Amazônia central serviria como local para alimentação e crescimento dos espécimes jovens. Neste contexto, os autores sugeriram a existência de uma única população de dourada ao longo de todo o eixo EAS.

Corroborando as evidências acima, Alonso (2002) investigando a idade das douradas capturadas nas regiões do Estuário, Santarém, Manaus, Tefé, Letícia e Iquitos, também observou aumento nas idades no sentido Estuário-Iquitos. Ademais, estudos de genética populacional para a dourada do eixo Estuário- Amazonas - Solimões (EAS), sugerem que de fato existe uma única população com grande padrão de migração, ao longo de toda a calha e tributários do rio Amazonas (BATISTA, 2001). De acordo com a autora, há um decréscimo da diversidade genética dentro dessa população no sentido Estuário - cabeceiras (Belém-Letícia), o qual poderia ser atribuído ao recebimento de douradas de diferentes tributários no Estuário e uma posterior fragmentação desse pool gênico em sentido às cabeceiras. Nesta perspectiva, os tributários constituem não apenas sistemas importantes para a alimentação, crescimento e reprodução, mas também contribuem com uma parcela significativa da diversidade genética para o grupo a ser formado na calha do rio Amazonas, desempenhando importante papel na manutenção de toda a população de dourada do sistema amazônico (BATISTA, 2001).



**Figura 1:** Exemplar de *Brachyplatystoma rousseauxii* proveniente da bacia do rio Madeira (Foto: Acervo do Laboratório de Ictiologia e Pesca-UNIR).

## 1.2 IDADE E CRESCIMENTO EM PEIXES

O estudo de crescimento consiste na determinação do tamanho do corpo em função da idade, sendo que todos os métodos de avaliação de estoques pesqueiros trabalham essencialmente, com dados de composição de idade. Esses dados podem ser obtidos por dois métodos: o método indireto que faz à conversão da frequência de comprimento em composição de idade, e o método direto, que determina a idade por meio da contagem de anéis de crescimento em estruturas rígidas, como escamas, otólitos, vértebras, opérculos e acúleos (SPARRE & VENEMA, 1997).

Este segundo método além de permitir o cálculo das taxas de crescimento e mortalidade de um determinado estoque pesqueiro, auxilia na determinação de outros parâmetros populacionais, como, tamanho ou idade de maturidade sexual e de primeira captura GULLAND (1969) e PAULY (1983) *apud* Alonso (2002).

Dada à importância econômica e ecológica da dourada, somada a influência do rio Madeira como principal afluente do Amazonas no ciclo de vida da mesma, ressalta-se a importância de estudos que enfoquem a estrutura etária da população da espécie neste rio. Outro evento que ratifica a relevância deste estudo são os possíveis efeitos que o complexo Hidrelétrico (Usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau) causará no ciclo de vida da dourada, em especial, sobre os eventos migratórios da espécie. Assim, o presente estudo visou investigar parâmetros populacionais e os aspectos do crescimento, de *Brachyplatystoma rousseauxii*, na bacia do rio Madeira, o qual servirá de base para a determinação etária desta população.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Determinar alguns parâmetros populacionais, caracterizar e validar os anéis de crescimento nos otólitos *lapillus*, de *Brachyplatystoma rousseauxii*, na bacia do rio Madeira.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar a estrutura em comprimento na bacia do rio Madeira;
- Estimar a relação peso- comprimento;
- Analisar a morfologia e morfometria dos otólitos;
- Caracterizar os anéis de crescimento nos otólitos por meio de análise qualitativa e quantitativa;
- Validar os anéis de crescimento por meio da análise de Incremento Marginal Relativo (IMR).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

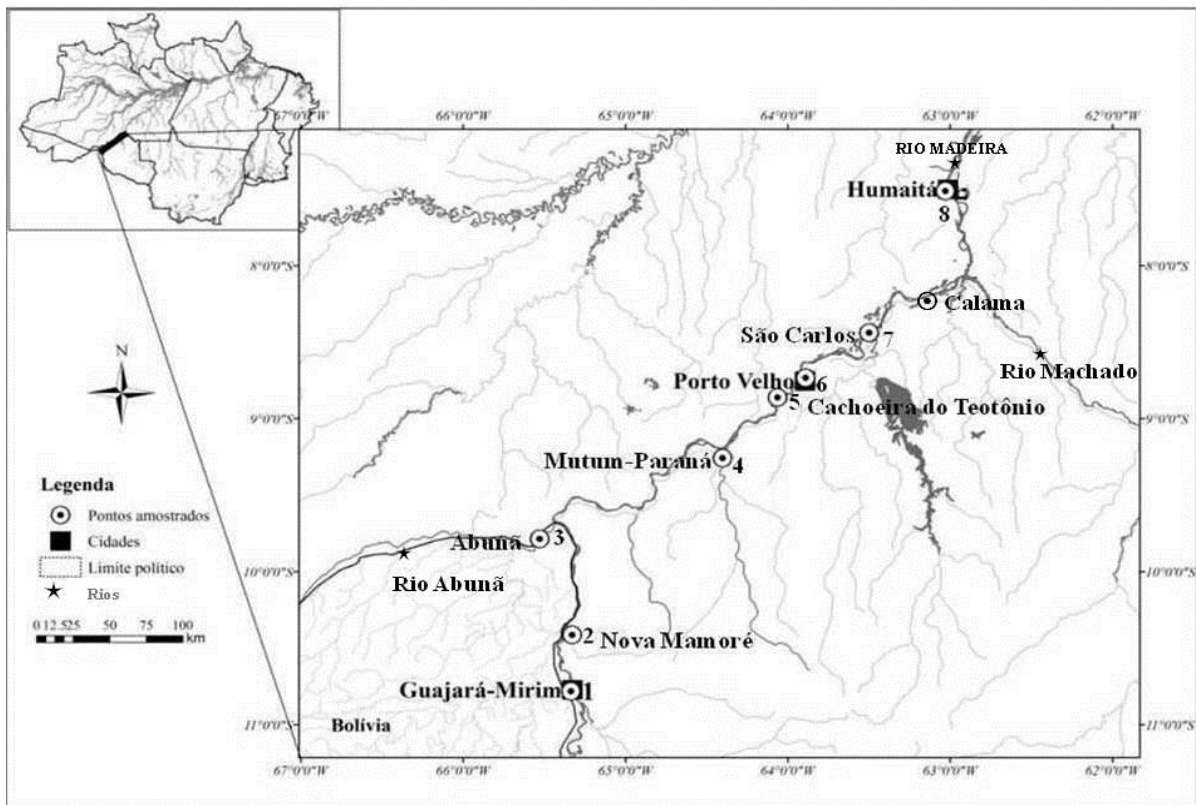
#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Madeira tem sua nascente na Bolívia, sendo formado pelo rio Beni até a confluência com o rio Mamoré, em frente à sua localidade boliviana, denominada de Vila Bella, a qual faz fronteira com o Brasil. A partir desse ponto, ele segue por 1.700 km pela Amazônia brasileira, até desembocar no rio Amazonas (MASSON, 2005).

É o principal afluente do rio Amazonas e o único que possui tributários que drenam os três principais tipos de áreas da região amazônica: cordilheira dos Andes, Maciço brasileiro e a planície amazônica. A primeira dessas três áreas é a principal responsável pela hidrogeoquímica do rio Madeira, visto que este carrega grande quantidade de sedimentos oriundos da região altamente erosiva dos Andes, sendo assim, classificado como um rio de águas brancas (GOULDING, 1979; SIOLI, 1969).

Esse tributário apresenta, ainda, um diferencial em relação aos demais afluentes do rio Amazonas, pois exibe um longo trecho encachoeirado, com início a jusante de Guajará-Mirim e término na Cachoeira de Santo Antônio, a montante de Porto Velho. Este trecho possui cerca de 360 Km de extensão, com desnível de 70 m, apresentando ao longo de todo seu curso, dezoito cachoeiras ou corredeiras (GOULDING, 1979).

A área de estudo compreendeu a parte alta e média do rio Madeira, com os seguintes pontos amostrais: Guajará-Mirim, Nova Mamoré, Abunã, Mutum-Paraná, Cachoeira do Teotônio, Porto Velho, São Carlos, Calama, Humaitá e algumas comunidades de entorno desses locais (Figura 2).



**Figura 2:** Área de estudo com a localização das estações de coletas na bacia do rio Madeira: 1 – Guajará-Mirim, 2 – Nova Mamoré, 3 – Abunã, 4 - Mutum-Paraná, 5 – Cachoeira do Teotônio, 6 –Porto Velho, 7- São Carlos, 8 -Humaitá. (Fonte: Laboratório de Ictiologia e Pesca -UNIR).

### 3.2 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO E EXTRAÇÃO DOS OTÓLITOS

As coletas do material biológico (cabeças) foram realizadas, mensalmente, entre abril de 2009 e junho de 2010, nas localidades descritas acima. Antes da retirada das cabeças tomaram-se as seguintes informações biométricas de cada exemplar: comprimento total (CT), comprimento padrão (CP) e peso total (g). Em seguida, as cabeças coletadas foram identificadas com códigos de campo (Local, Número de registro e data), acondicionadas em isopores com gelo e transportadas ao laboratório de Ictiologia e Pesca da Universidade Federal de Rondônia.

Considerando o pequeno número de espécimes amostrados entre junho a setembro, em reflexo, ao período de safra dessa espécie, as análises temporais foram, portanto, agrupadas por período hidrológico (seca, enchente, cheia e vazante) definidos pelo laboratório de ictiologia e pesca da Universidade Federal de Rondônia com base nos dados do nível da água no rio Madeira.

A extração dos otólitos *lapillus* e *astericus* foi realizada por meio de cortes transversais no centro dos ossos basioccipital-supraoccipital, com auxílio de serra de mão e pinça, segundo metodologia de Valeruz-Rêgo *et al.* (1998). Visto a fragilidade do terceiro par de otólitos, *sagitta*, raramente fez-se a extração desta estrutura.

No processo de limpeza os otólitos foram acondicionados em pequenos vidros contendo água sanitária 10%, por 24 horas e em seguida lavados com água destilada, com posterior imersão em álcool 70%, para auxiliar o processo de secagem. Por fim, depois de secas as estruturas foram armazenadas em envelopes contendo todos os dados do exemplar.

Considerando que estudos anteriores de identificação de anéis de crescimento e idade da dourada identificaram o otólito *lapillus* como estruturas ideal para estudo dessa natureza (VALERUZ-RÊGO *et al.*, 1998; ALONSO, 2002), este foi otólito escolhido para a confecção de lâminas no presente estudo.

### 3.3 PARÂMETROS POPULACIONAIS

Para determinar a relação peso-comprimento e a estrutura em comprimento da população de dourada, da bacia do rio Madeira utilizou-se os dados biométricos de todos os espécimes provenientes da pesca comercial, incluindo aqueles que não foram destinados ao estudo de crescimento.

*Estrutura em comprimento:* foi determinada para todo o trecho amostrado, sendo a amplitude das classes de comprimento determinada por regra de Sturges (VIEIRA, 1991), e os resultados para essa distribuição apresentados na forma de histograma.

*Relação peso-comprimento:* considerando que não foi possível estabelecer o sexo para a maioria dos espécimes amostrados, a relação peso-comprimento foi determinada sem distinção sexual através da equação:  $Pt = a \cdot Ct^b$ , onde, Pt = peso total, Ct= comprimento total, a = coeficiente linear e b= coeficiente angular (LE CREEN, 1951). Os parâmetros dessa relação foram estimados após a transformação logarítmica dos valores de peso e comprimento e subsequente ajuste da reta aos pontos pelos métodos dos mínimos quadrados (VANZOLINI, 1993). Ainda, com o intuito de determinar o padrão de desenvolvimento da espécie, aplicou-se teste t de *student* ao coeficiente angular (b) para avaliar a hipótese nula  $H_0: b = 3$  segundo a equação:  $|b-3|/\text{erro padrão de } b$  (ZAR, 1996).



### 3.4 CRESCIMENTO

#### 3.4.1 Processamento dos otólitos e leitura

A caracterização morfológica do otólito *lapillus* foi realizada com auxílio de uma lupa estereoscópica segundo a descrição de Valeruz-Rêgo *et al.* (1998), Alonso (2002) e Assis (2003).

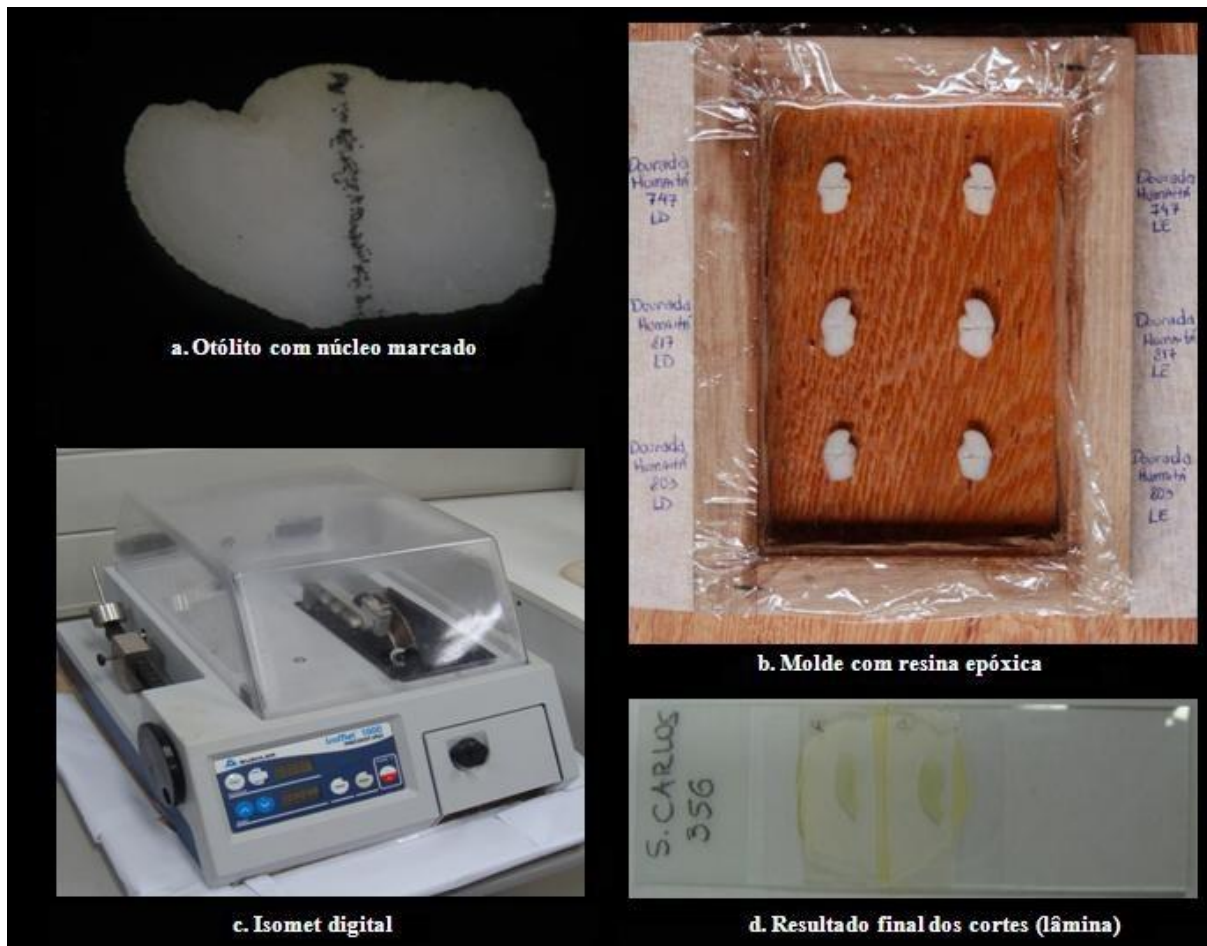
Com intuito de verificar se os otólitos *lapillus* direito e esquerdo cresciam na mesma proporção, aplicou-se teste t pareado para a altura e largura dos mesmos. Assim, confirmado a ausência de diferenças significativas para a altura ( $t= 0,70$ ;  $p>0,05$ ) e largura ( $t= 1,23$ ;  $p>0,05$ ), optou-se pela utilização do otólito esquerdo para as análises de crescimento, visto o maior número de amostra dessas estruturas (ALONSO, 2002).

Para realização dos cortes transversais dos otólitos foi utilizada com algumas adaptações a metodologia empregada no laboratório de Ecologia da Universidade do Amazonas, como descrito a seguir (Figura 3):

- Os núcleos dos otólitos selecionados para leitura foram marcados com grafite de ponta fina, indicando o local dos cortes;
- Em seguida, estes otólitos foram mergulhados em resina epóxica, dentro de um molde de madeira, obtendo-se placas consistentes e prontas para o corte após 24 horas;
- Para a confecção dos cortes, foram traçadas guias sobre as placas de resina para que houvesse um alinhamento dos otólitos com a lâmina da serra. Os cortes transversais dos otólitos foram, então, realizados com auxílio de um micrótomo digital com serra de diamante (3mm x 128- Precision Saw Isomet<sup>tm</sup> 1000- Buehler, Ltda, 2009) e espessura de 0,09 mm;
- Por último, foram selecionados os dois cortes mais próximos ao núcleo e fixados em lâminas de vidro com bálsamo do Canadá (ELEÚTERIO, 2008).

As leituras dos cortes foram realizadas por meio de imagens captadas com luz transmitida, através de uma estação de trabalho, composta por lupa estereoscópica e câmera digital. O melhoramento destas imagens e a tomada das medidas dos anéis crescimento foram efetuadas com o auxílio do software AxioVision Rel. 4.8. Com o intuito de familiarização dos anéis de crescimento, realizou-se uma leitura preliminar com toda a amostra (composta por 125 cortes). Posteriormente, foram efetuadas duas leituras independentes, com os cortes de

uma subamostra, constituída por 50 indivíduos, distribuídos em 10 classes de comprimento total. Quando essas duas leituras não foram coincidentes em relação ao número de anéis, o corte foi reexaminado e, persistindo a incoerência, este otólito foi descartado da análise.



**Figura 3:** Sequência da confecção das lâminas dos cortes transversais nos otólitos *lapillus* de *Brachyplatystoma rousseauxii*: a - otólito *lapillus* inteiro com marca transversal de grafite passando pelo núcleo; b - disposição das séries de otólitos com núcleos marcados no molde de madeira contendo resina epóxica; c - isomet digital, aparelho utilizado para realização dos cortes dos otólitos; d - lâmina com os dois cortes mais próximos ao núcleo.

### 3.4.2 Caracterização dos anéis de crescimento

#### 3.4.2.1 Análise qualitativa

Na análise qualitativa foram considerados anéis de crescimento verdadeiros aqueles que se apresentavam nítidos e contínuos em todo o corte, podendo ser classificados como:

- Simples: formados por uma banda opaca estreita na qual não foram identificadas outras bandas opacas em seu contorno;
- Dupla: formados por uma seqüência de três bandas estreitas opaca-hialina-opaca;
- Bifurcada: apresenta o mesmo padrão dos anéis duplos, porém ocorre a fusão da seqüência das bandas estreitas, opaca-hialina-opaca, em uma das suas extremidades.

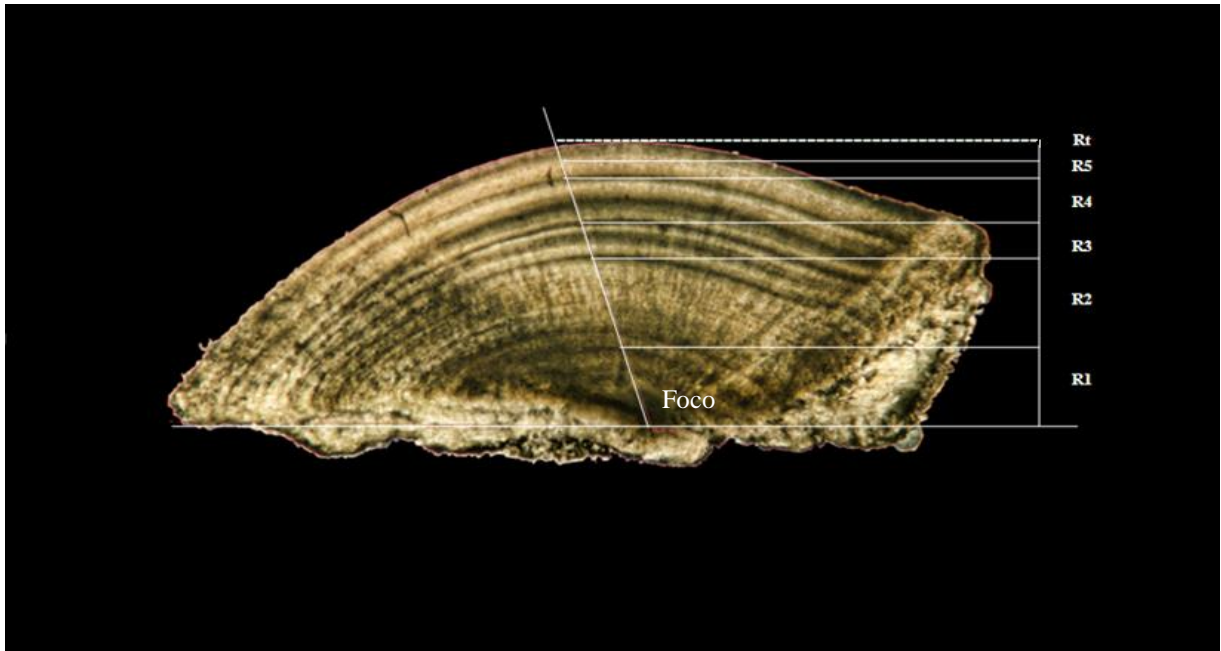
#### 3.4.2.2 Análise quantitativa

De acordo com Alonso (2002) o melhor ângulo para a medida do raio total e do raio de cada anel de crescimento, presentes nos cortes transversais dos otólitos da dourada é 110°, o qual foi utilizado neste trabalho.

Segundo Valeruz-Rêgo *et al.*, (1998), um dos pré-requisitos básicos para a validação da estrutura rígida escolhida na determinação de idade e crescimento é a existência de correlação entre o tamanho da estrutura e o comprimento do peixe. Assim, a fim de determinar se o otólito é uma ferramenta adequada para o estudo de idade e crescimento para a dourada, da bacia do rio Madeira, realizou-se no presente trabalho, correlação de Pearson entre o raio total do otólito (mm) (distância entre o foco e a borda do corte) e o comprimento total do peixe (mm), além da regressão entre as duas variáveis e a inspeção gráfica dos resíduos.

Outro método quantitativo empregado para caracterização dos anéis foi a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis sobre os valores dos raios de cada anel de crescimento (distância do foco até o início de cada anel), por meio do *software Statistica<sup>TN</sup> for Windows 7.1* (STAT SOFT, 1996) (Figura 4). Em seguida, com intuito de identificar possíveis erros de marcação, ou seja, verificar se existia grande variação em torno das médias dos raios de cada anel, fez-se inspeção gráfica dessas medidas.

Verificou-se ainda adequação dos espécimes amostrados ao padrão esperado de crescimento, segundo o modelo de Von Bertalanffy, por meio da relação entre o número de anéis de crescimento e o comprimento total (mm) do peixe.



**Figura 4:** Corte transversal do otólito *lapillus* de *Brachyplatystoma rousseauxii*, indicando o raio total do otólito e o raio de cada anel.

### 3.4.3 Validação: periodicidade de formação dos anéis de crescimento

Com intuito de identificar os possíveis períodos de formação dos anéis de crescimento, utilizou-se o método do Incremento Marginal Relativo (IMR) com a seguinte fórmula (HAIMOVICI & REIS, 1984):

$$\text{IMR} = \left( \frac{R_t - R_n}{R_n - R_{n-1}} \right) * 100$$

Onde,

$R_t$  = raio total do otólito;

$R_n$  = distância do foco até o último anel;

$R_{n-1}$  = distância do foco até o penúltimo anel.

Tendo em vista o pequeno número de indivíduos coletados durante os meses de janeiro a maio, optou-se por realizar as análises de crescimento agrupando os indivíduos por período hidrológico, segundo Röpke *et al.* (2010): seca (julho, agosto e setembro), enchente (outubro, novembro e dezembro), cheia (janeiro, fevereiro e março) e vazante (abril, maio e junho). Em seguida, a época de formação das marcas de crescimento foi determinada, por meio de análise de variância (ANOVA) unifatorial dos valores de IMR por período

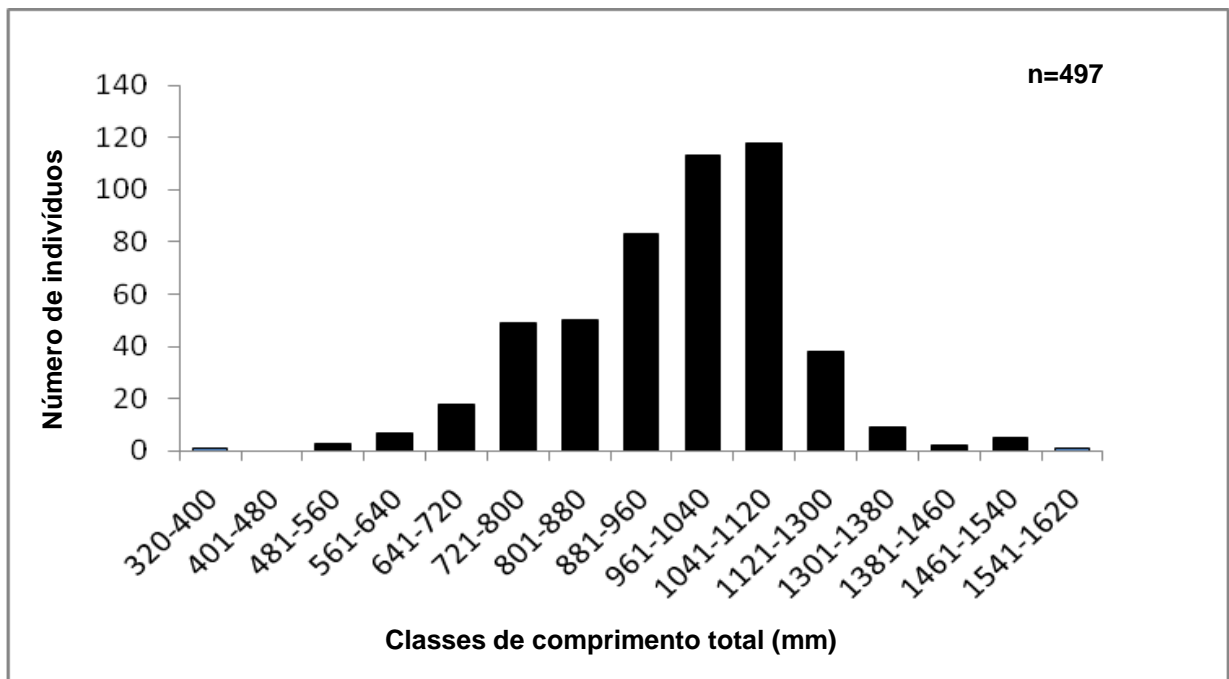
hidrológico, com o auxílio do *software Statistica<sup>TN</sup> for Windows 7.1* (STAT SOFT, 1996). Para todos os testes estatísticos utilizou-se o nível de significância de 5%.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 PARÂMETROS POPULACIONAIS

#### 4.1.1 Estrutura em comprimento

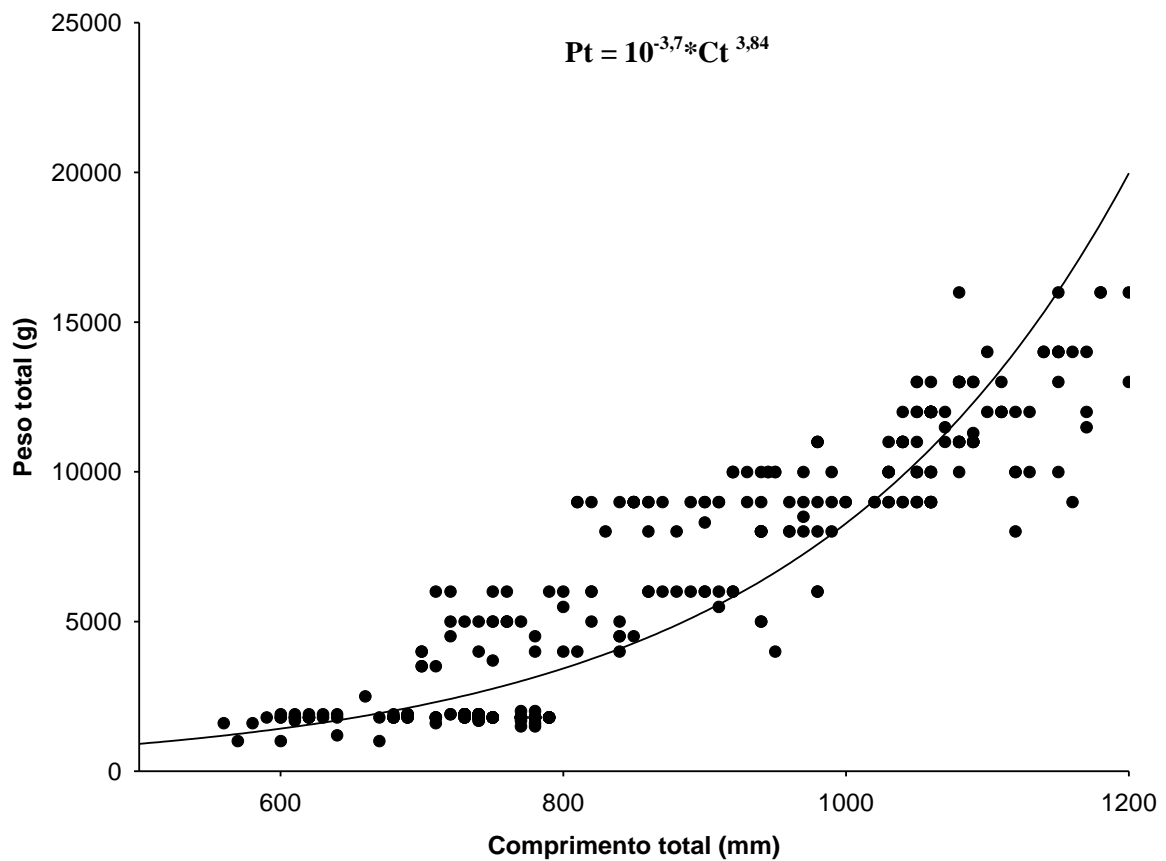
Para analisar os parâmetros populacionais da dourada utilizaram-se os dados biométricos (comprimento total e peso) de 497 espécimes. De acordo com a estrutura em comprimento, os indivíduos exibiram entre, 320 e 1560 mm e, moda em torno de 1060 mm de comprimento total, não exibindo distribuição normal ( $p < 0,05$ ). (Figura 5).



**Figura 5:** Frequência absoluta dos indivíduos de *Brachyplatystoma rousseauxii*, por classe de comprimento total, amostrados na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.

#### 4.1.2 Relação peso-comprimento

A relação entre o peso total e comprimento total, para espécie, foi determinada pela seguinte equação:  $Pt = 10^{-3,7} * Ct^{3,84}$  (Figura 6). Em relação, ao padrão de desenvolvimento, a espécie exibiu o parâmetro “b” estatisticamente diferente de 3 ( $r=0,79$ ;  $p < 0,05$ ;  $n= 328$ ), indicando alometria positiva ( $t_{0,05}= 7,83$ ).

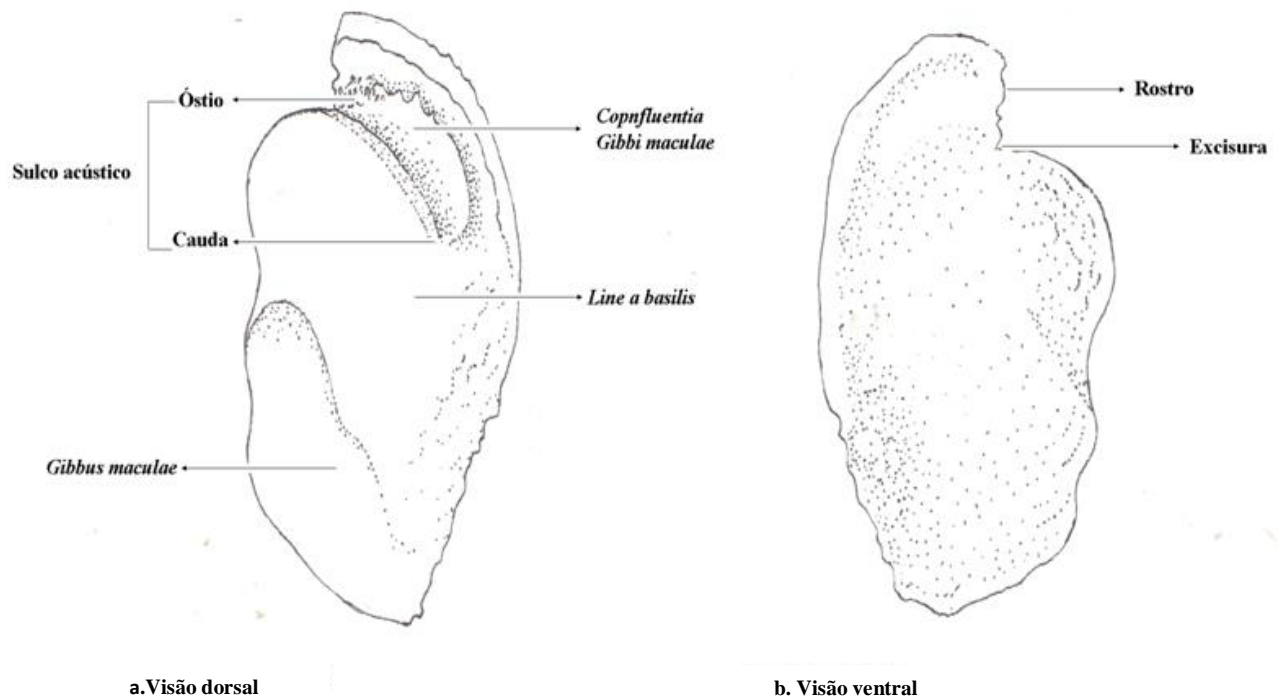


**Figura 6:** Relação peso total - comprimento total para os exemplares *Brachyplatystoma rousseauxii*, amostrados na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.

## 4.2 CRESCIMENTO

### 4.2.1 Descrição morfológica do otólito *lapillus*

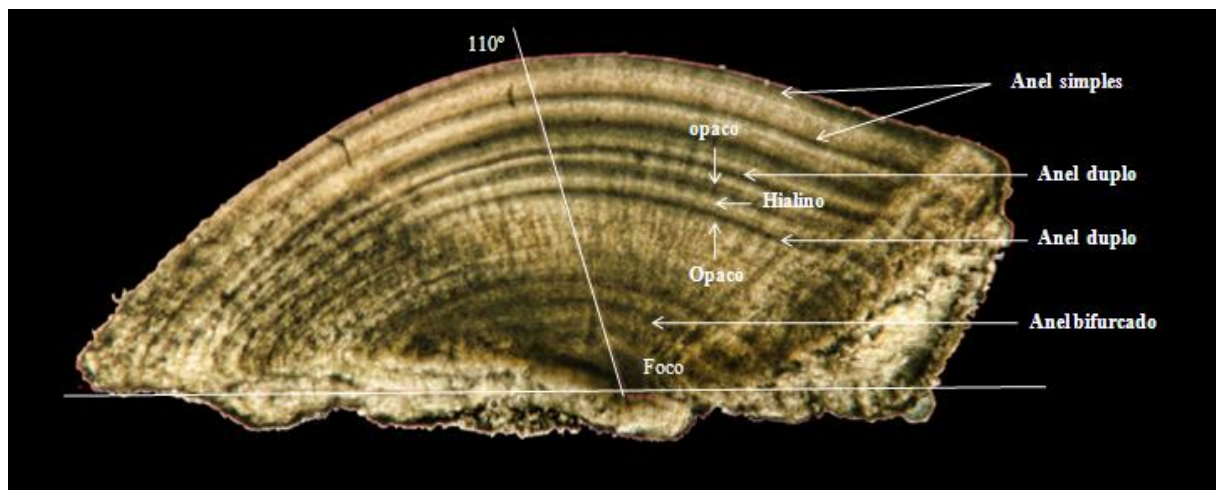
Para *B. rousseauxii*, o *lapillus* é o otólito de maior tamanho e espessura, esta estrutura apresenta-se côncava na parte dorsal e plano na ventral, com o sulco acústico disposto transversalmente (Figura 7 a). Na visão ventral desta estrutura é possível observar alguns anéis de crescimento, além do rostro e excisura, bastante evidentes (VALERUZ-RÊGO *et al.*,1998) (Figura 7 b).



**Figura 7:** Principais características do otólito *lapillus* *Brachyplatystoma rousseauxii*: a. visão dorsal; b. visão ventral (Adaptado de: Valeruz-Rêgo, 1998; Alonso, 2002). Arte: Jefferson Sodré.

#### 4.2.2 Análise qualitativa

Verificou-se predominância de anéis simples e duplos, sendo raramente, observados anéis bifurcados nos cortes transversais dos otólitos *lapillus* (Figura 8). Os anéis duplos foram encontrados, na maioria dos cortes, até o quarto anel, com os anéis simples predominando a partir do quinto anel. Além disso, foi possível observar a presença de uma banda hialina larga com anéis opacos, de pouca força de marcação, entre esses dois primeiros anéis.

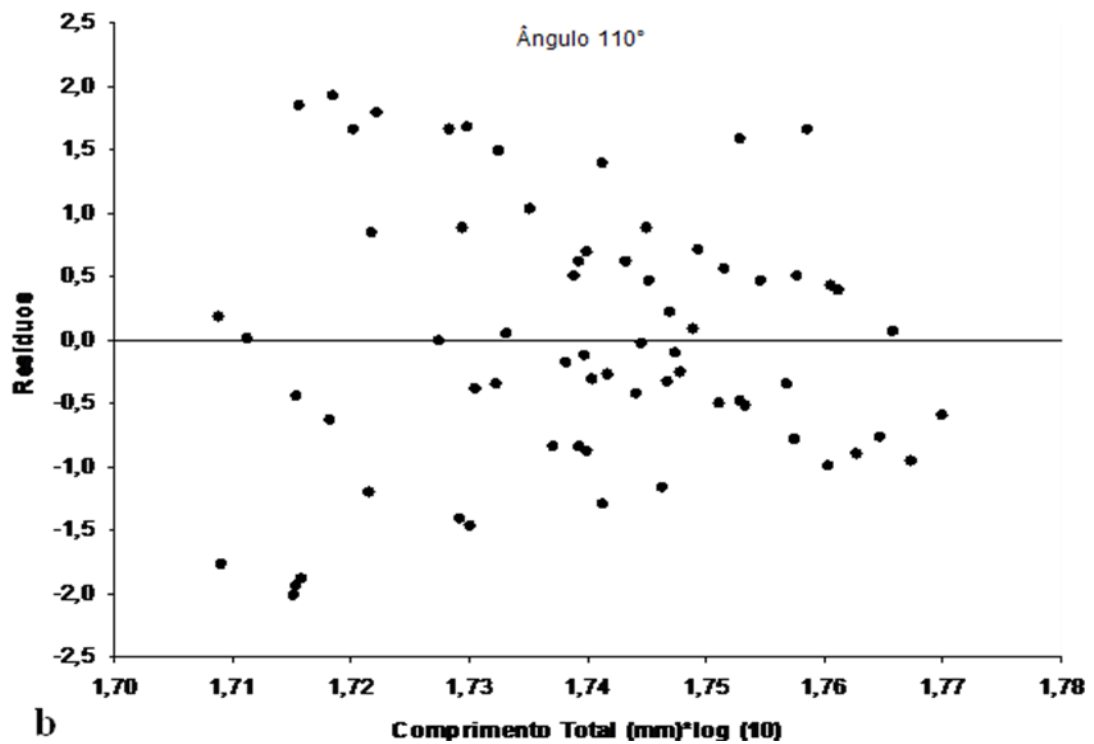
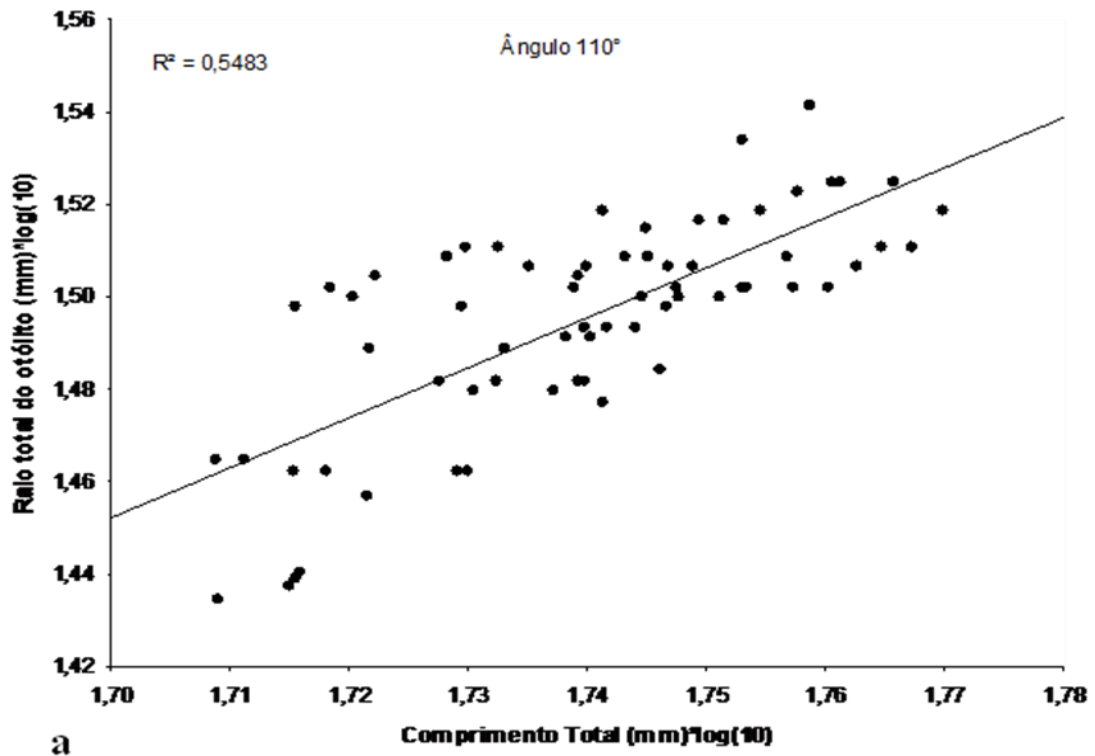


**Figura 8.** Corte transversal do otólito *lapillus* de *Brachyplatystoma rousseauxi*, indicando os tipos de anéis.

#### 4.2.3 Análise quantitativa

A média do raio total do corte transversal dos otólitos para o ângulo 110° foi de 3,35 mm, sendo a regressão entre essa variável e o comprimento total do peixe, significativa, apesar do baixo coeficiente de correlação ( $r=54\%$ ), e distribuição de resíduos com tendência a homocedasticidade (Figura 9 a-b). Por outro lado, a análise de correlação de Pearson entre as variáveis acima, além de significativa ( $p<0,001$ ), mostrou que o raio total do otólito e o comprimento total são fortemente correlacionados ( $r=74\%$ ).

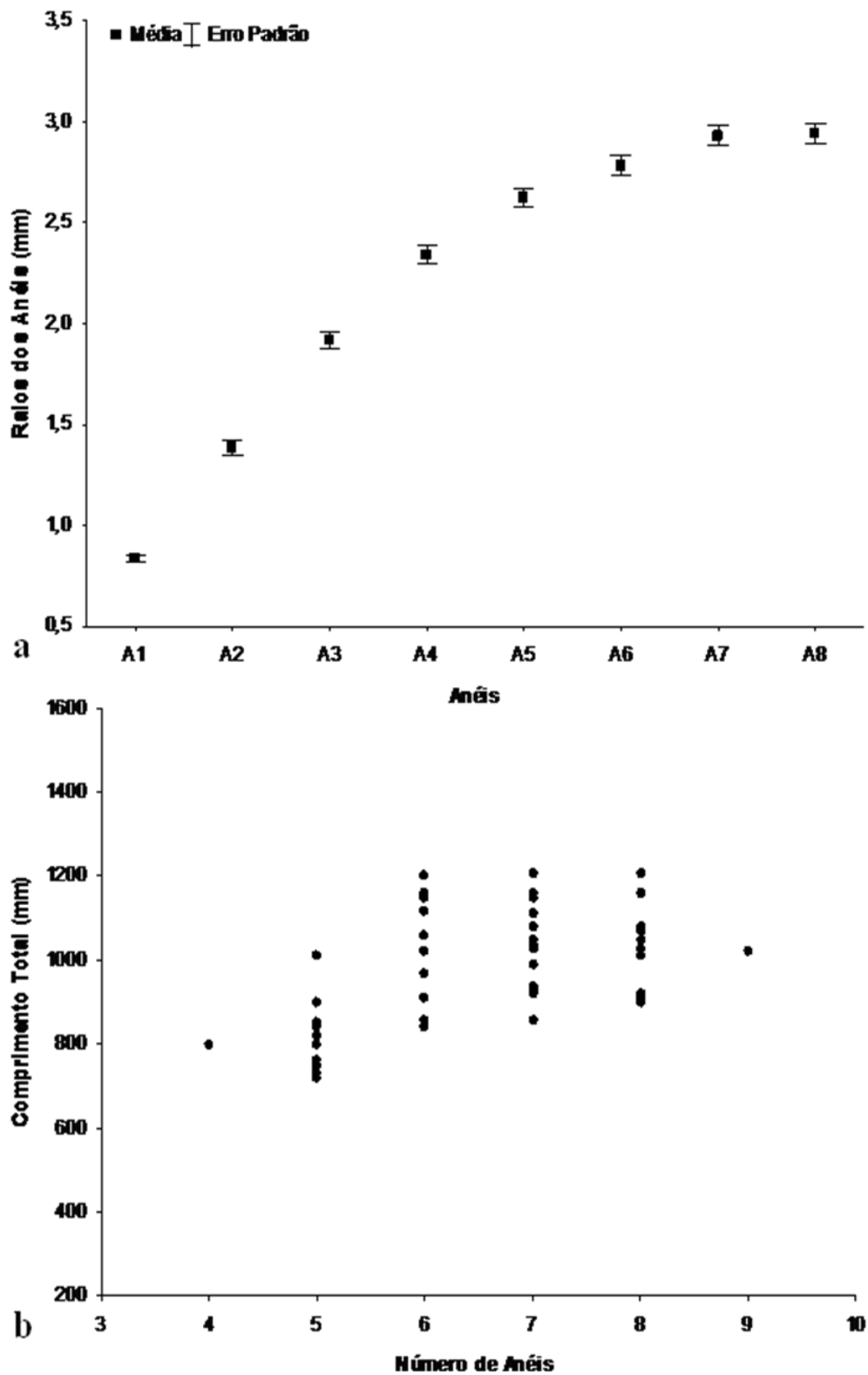




**Figura 9:** Regressão linear entre o comprimento total (mm) do peixe e o raio total do otólito *lapillus* (mm) (a), com as respectivas distribuições dos resíduos para o modelo linear (b), de *Brachyplatystoma rousseauxii*, amostrada na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.

De acordo com os resultados da análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis, os anéis tenderam a não serem diferentes de seus subseqüentes. Assim, a distância do primeiro anel foi semelhante á do segundo anel e diferiu de todos os demais anéis. Já a distância do segundo anel foi semelhante à do primeiro e do terceiro anéis, diferenciando-se dos demais. A partir do quinto anel não foram mais observadas diferenças significativas com os anéis seguintes ( $p>0,05$ ) (Figura 10a).

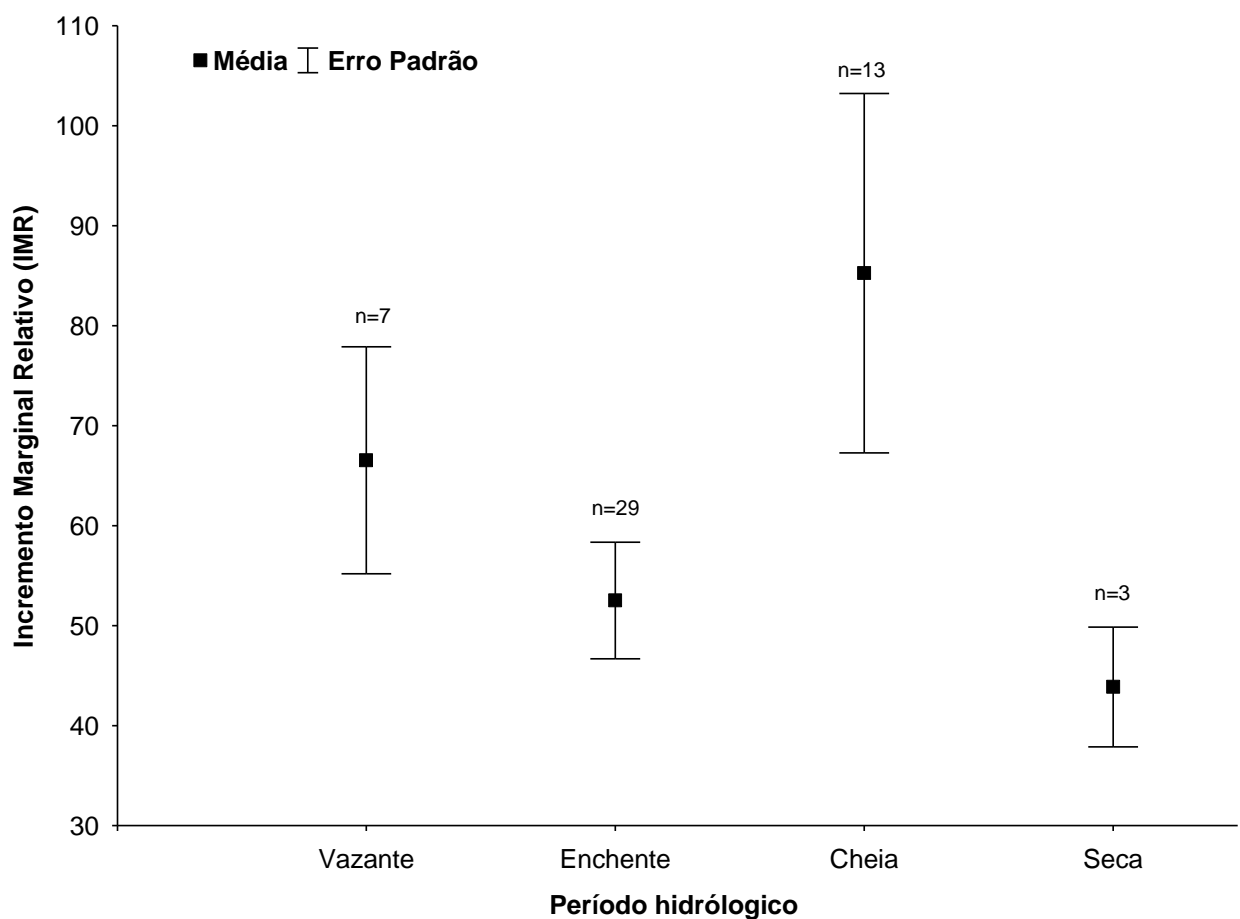
Considerando a relação entre o número de anéis e o comprimento total do peixe, observou-se acréscimo daqueles conforme aumenta o comprimento do peixe, corroborando o padrão esperado de crescimento, segundo a curva de Von Bertalanffy que prediz o aumento da idade conforme aumenta o comprimento do peixe (VER REFERÊNCIA PARA ISSO). Verificou-se ainda, expressivo aumento nos comprimentos entre os indivíduos com cinco e seis anéis, contudo, os peixes com seis, sete e oito anéis, exibiram praticamente o mesmo tamanho, ocorrendo baixa variação de comprimento (Figura 10b).



**Figura 10:** Média dos raios dos anéis dos cortes transversais do otólito *lapillus* (a) e a relação entre o número de anéis no corte transversal destes otólitos e o comprimento total (mm) do peixe (b), de *Brachyplatystoma rousseauxii*, amostrada na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.

#### 4.2.4 Validação: periodicidade de formação dos anéis de crescimento

Considerando que a diminuição dos valores de incremento marginal relativo, seguido de um aumento, durante um ciclo anual, é interpretado como o período de formação dos anéis de crescimento, apesar da análise estatística não ter indicado diferenças significativas destes valores entre os períodos hidrológicos ( $F=1,99$ ;  $p>0,05$ ), observou-se, graficamente, diminuição do IMR na enchente e seca (Figura 11).



**Figura 11:** Variação por período hidrológico dos valores médios do incremento marginal relativo, de *Brachyplatystoma rousseauxii* amostrada na bacia do rio Madeira, entre abril de 2009 e junho de 2010.

## 5. DISCUSSÃO

O conhecimento da estrutura populacional das espécies é um dos grandes objetivos da biologia atual, principalmente, quando se trata de teleósteos, os quais apresentam extraordinária variabilidade de estratégias e práticas de sobrevivência (WINEMILLER, 1989). Ademais, o completo entendimento dos fatores que reagem à comunidade depende do conhecimento da estrutura das populações componentes, particularmente das espécies dominantes (BENETIDO-CECILIO & AGOSTINHO, 1997).

A estrutura em comprimento consiste em um dos principais parâmetros populacionais, que além de fornecer informações sobre os aspectos ecológicos, como, área de distribuição, locais de desova, de desenvolvimento e de alimentação (ALONSO & PIKER, 2005), auxilia na identificação de impactos pesqueiros, como a ocorrência de sobrepesca de crescimento ou de recrutamento (KING, 1995).

Para o presente trabalho, o padrão da estrutura em comprimento encontrado, com poucos indivíduos com menores comprimentos, pico para tamanhos intermediários e poucos espécimes comprimentos, possivelmente reflete a seletividade dos peixes ao aparelho de pesca, visto que os indivíduos menores são menos vulneráveis, pois, ainda não estão completamente recrutados, enquanto os espécimes maiores são menos abundante na população devido à maior taxa de mortalidade natural (HILBORN & WALTERS, 1992). Além disso, é importante ressaltar que este resultado além da estrutura da população reflete a atividade pesqueira na região.

Outro parâmetro populacional que contribui para diminuir a falta de conhecimento sobre as comunidades de peixes neotropicais, auxiliando no desenvolvimento de medidas de manejo e conservação dos recursos pesqueiros, é a relação peso-comprimento (MELLO *et al.*, 2006). Essa relação além estimar o peso ou o comprimento dos peixes, conhecendo-se apenas uma destas variáveis, também pode ser utilizada para indicar o estado fisiológico do peixe, seja ele em relação ao armazenamento de gordura ou desenvolvimento gonadal, através do fator de condição (BENEDITO-CECILIO & AGOSTINHO, 1997).

Essa relação também permite inferir sobre o tipo de crescimento de uma população, por meio da constante “b” (ROCHA *et al.*, 2002; COSTA & ARAÚJO, 2003). Segundo Froese (2006), se  $b = 3$ , os pequenos espécimes na amostra em análise têm a mesma forma e condição que os adultos, entretanto, se  $b < 3$ , os peixes adultos mudam sua forma corporal para se tornarem mais alongados, ou os juvenis possuem melhor condição nutricional,

enquanto se  $b > 3$ , os adultos aumentam mais em altura ou largura do que em comprimento, ou seja, tornam-se mais robustos a medida que crescem.

Neste contexto, infere-se que a maioria dos indivíduos de *Brachyplatystoma rousseauxii* possuem boa condição corpórea na bacia do rio Madeira, visto o elevado valor do coeficiente angular. Alonso (2002), analisando a relação peso-comprimento das douradas, em todo eixo Estuário-Amazonas-Solimões (EAS), observou que tanto o grupo do Estuário, quanto o de Santarém (baixo Amazonas), apresentaram crescimento isométrico, enquanto a população do médio Amazonas exibiu alometria positiva, refletindo segundo o autor a entrada de indivíduos maiores e mais pesados da bacia do rio Madeira. Assim, esse resultado sustenta a hipótese do autor acima, que no rio Madeira, além daquela população de dourada que sobe pelo canal principal do rio Amazonas, fragmentando-se em vários cardumes, os quais entram pelos afluentes à procura dos locais onde nasceram para desovar (BATISTA, 2001), haveria também, um outro grupo que não seriam desta bacia, o qual utilizaria o rio Madeira apenas para se alimentar, retornando ao canal principal do Amazonas, seu verdadeiro sistema de origem.

No entanto, para a confirmação dessa hipótese, é de fundamental importância a análise de variabilidade genética da população de douradas na bacia do Madeira, e posterior comparação com os resultados encontrados por Batista (2001) para o resto da bacia Amazônica, em especial, para o médio rio Amazonas.

Em relação aos métodos diretos que fornecem informações acerca do desenvolvimento das espécies, Casselman (1983), reporta a importância da escolha da estrutura correta para analisar os anéis de crescimento. Nas regiões temperadas, a formação desses anéis etários nas estruturas calcificadas está intimamente associada às mudanças no ritmo de crescimento em virtude da diminuição da temperatura. Em ambientes tropicais, onde existe baixa variação térmica ao longo do ano, portanto, a formação desses anéis está ligada a uma variedade de fatores, a ocorrência de problemas de visualização dos anéis de crescimento é bastante comum, sendo necessária uma interpretação cuidadosa das estruturas de aposição (PANFILI, 1993).

Vários trabalhos relatam que a formação desses anéis nas estruturas calcificadas dos peixes da Amazônia estaria associada ao ciclo de alagamento, ou ainda, a processos biológicos cíclicos, como, reprodução e alimentação (OLIVEIRA, 1997; FABRÉ & SAINT PAUL, 1998; PEREZ & FABRÉ, 1999; LOUBENS & PANFILLI, 2000; PIKER, 2001; ALONSO 2002; PENHA *et al.*, 2004; CUTRIM & BATISTA, 2005; FERNANDES, 2007). Para a região em questão, os Characiformes constituem o grupo com maior número de estudos

de idade e crescimento, realizados geralmente, por meio das escamas, enquanto, que para os Siluriformes, as vértebras e os otólitos têm sido as estruturas calcificadas mais utilizadas para identificação dos anéis etários.

Pirker (2001) realizou um estudo comparativo das estruturas rígidas da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*, analisando a nitidez dos anéis nos acúleos, opérculos, otólitos e vértebras. A autora observou que os anéis apresentaram-se mais nítidos neste último grupo, sendo as vértebras, por conseguinte, a estrutura mais adequada para o estudo de crescimento da espécie. O mesmo resultado foi obtido por Fabr e & Perez (1998) investigando a piracatinga *Calophysus macropterus*, enquanto, que para o jurupens m (*Sorubim cf. lima*) os acúleos da nadadeira peitoral mostraram-se mais adequados para esse tipo de estudo (PENHA *et al.*, 2004).

Segundo Alonso (2002) e Valeruz-Rêgo *et al.* (1998), para *B. rousseauxii*, os anéis de crescimento costumam ser bastante nítidos nos cortes transversais dos otólitos *lapillus*, além da alta correla o entre o tamanho dessa estrutura e o comprimento do peixe, características que os tornam as estruturas rígidas mais adequadas para o estudo de idade e crescimento da espécie. Apesar do baixo coeficiente da regressão entre o raio do otólito e o comprimento total ( $r=54\%$ ), para a dourada neste trabalho, a rela o entre essas variáveis mostrou-se significativa, utilizando-se, portanto, os otólitos como ferramentas no estudo de idade e crescimento. Ademais, este resultado possivelmente reflete as diferentes tomadas deste comprimento, visto que, alguns pescadores incluem a tomada do comprimento total, desde a extensão do focinho até o fim da nadadeira e outros até o final do filamento.

Ademais, de acordo com Panfili (1993), além da escolha da estrutura a ser analisada, a caracteriza o dos anéis de crescimento, ou seja, disti o dos anéis verdadeiros e falsos, e a quantifica o destes, são etapas fundamentais para estudos dessa natureza.

Apesar do entre o raio do otólito e o comprimento total ( $r=54\%$ ), a rela o mostrou-se significativa, todavia, este resultado pode ser um provável reflexo das diferentes padroniza es da tomada deste comprimento, visto que, alguns pescadores incluem a tomada do comprimento total, desde a extensão do focinho até o fim da nadadeira e outros até o final do filamento.

De acordo com os resultados da análise quantitativa, observou-se baixa varia o na média dos raios do primeiro e segundo anel, indicando a precisão de marca o destes. Isto se deve, provavelmente, a maior nitidez e espessura desses anéis, os quais eram frequentemente precedidos por bandas hialinas largas, indicando um ritmo de crescimento acelerado, o qual   esperado para a primeira fase do ciclo de vida, em ambientes com condi es boas e estáveis

(DO CARMO, 2008). Observou-se ainda, a presença de alguns anéis intermediários com pouca força de marcação, o que poderia estar associado a eventos sistêmicos, porém, sem grande impacto para alterar o ritmo de crescimento (ALONSO, 2002), resultado também observado em estudos com vértebras e acúleos (PEREZ & FABRÉ, 1999; LOUBENS & PANFILI, 2000; PIKER, 2001; PENHA *et. al.*, 2004).

Nesta perspectiva, segundo Casselman (1983), outro aspecto importante na determinação de idade é análise de estruturas rígidas de peixes juvenis, com intuito de identificar o primeiro anel de crescimento, visto a dificuldade de localização deste anel, o qual pode variar consideravelmente entre os diferentes estoques.

Outro ponto a ser destacado, quanto à comparação entre as médias dos raios de cada anel, é a semelhança entre os valores médios a partir do quarto anel, ou seja, a diminuição das distâncias a partir desse anel, quando as bordas hialinas apresentaram-se mais estreitas, característica esta, que também dificultou a marcação dos últimos anéis. Dentro deste contexto, infere-se que a partir do anel quatro começa o segundo padrão de deposição de carbonato de cálcio ( $\text{CaCo}_3$ ), o qual conseqüentemente, reflete no segundo padrão de marcação, quando ocorre a diminuição da taxa de crescimento da dourada devido à mudança no ciclo de vida da espécie (ALONSO, 2002).

Na relação entre o número de anéis e o comprimento total (mm), nota-se que houve adequação ao modelo de crescimento de Von Bertalanffy, onde o número de anéis aumenta com o comprimento do peixe. Entretanto, a baixa variação nos comprimentos totais dos indivíduos com cinco, seis e sete anéis, pode está atrelado em alguns casos, à determinação errônea desses anéis, reflexo da dificuldade visualização dos últimos anéis como é esperado para a espécie (ALONSO, 2002).

Em relação à validação dos anéis de crescimento, a ausência de diferenças significativas nos valores médios de incremento entre os quatros períodos hidrológicos, provavelmente, reflete o baixo número indivíduos amostrados nos meses de queda da produção pesqueira da dourada. No entanto, corroborando Alonso (2002), investigando as douradas da Amazônia Central, observou-se graficamente, a diminuição dos valores de IMR na enchente e seca, períodos que segundo o autor ocorre a diminuição do ritmo de crescimento das douradas, com a conseqüente formação de dois anéis opacos por ano. Ainda, conforme o autor, a formação desses anéis estaria ligada a dois eventos distintos no ciclo de vida da dourada, com o anel formado durante a seca relacionado ao período de migração rio acima, em função da reprodução, e o segundo anel formado na enchente, refletindo à escassez de presas, devido à dispersão das mesmas para os ambientes de várzea.



Goulding (1979), investigando os processos migratórios da dourada, no rio Madeira, reportou dois períodos de migração da espécie: um na seca e outro durante o início da cheia (enchente) e na própria cheia. Segundo o autor, no primeiro período, a dourada parece acompanhar o movimento de suas presas rio acima, o que possivelmente poderia ocasionar a diminuição no ritmo de crescimento, levando a formação de um anel opaco. Por outro lado, os motivos da migração da dourada durante a enchente- cheia ainda são desconhecidos para o rio Madeira, mas, provavelmente, esse fenômeno também estaria relacionado à alimentação, visto que, durante a cheia a maioria dos Characiformes encontra-se na floresta inundada, ambientes (GOULDING, 1979) onde a dourada é raramente encontrada. Nesse contexto, uma hipótese para a formação do segundo anel nos otólitos da dourada, na enchente, seria o efeito da dispersão das presas, como sugerido por Alonso (2002).

Assim como no presente estudo, a formação de dois anéis ao ano tem sido observada para muitas espécies de Characiformes e Siluriformes de ambientes tropicais, sendo esta associada a mais de um evento regular sazonal, em contrapartida aos peixes de ambientes temperado, onde a temperatura é o fator chave na formação dessas marcas nas estruturas de aposição. Por exemplo, Cutrim & Batista (2005) investigando a biologia do mapará (*Hypophthalmus marginatus*), na região Amazônica, também observaram a formação de dois anéis ao ano, sendo um formado durante a enchente, devido à migração reprodutiva da espécie, e o outro anel formado na cheia, em consequência da dispersão de suas presas para os ambientes de várzea. Semelhantemente, Oliveira (1997) e Pérez & Fabré (1999) também observaram duas quedas nos valores do IMR para o curimatã (*Prochilodus nigricans*) e piracatinga (*Calophysus macropterus*), respectivamente, uma no início da enchente e outra no final da vazante, relacionados à migração para fins reprodutivos e à migração de dispersão para ambientes mais favoráveis, respectivamente.

Como observado nos estudos mencionados acima, a formação de pelo menos um anel ocorre na enchente, o que também foi encontrado no presente estudo, porém, diferentemente da dourada no rio Madeira, a diminuição do IMR nesse período tem sido associada à migração reprodutiva. Entretanto, não se pode descartar essa hipótese, considerando que não foi possível fazer essa relação em virtude da ausência de dados sobre a atividade reprodutiva da espécie no rio Madeira.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a maioria dos espécimes amostrados neste estudo exibiu entre cinco e oito anéis e, que a formação desses anéis ocorre duas vezes ao ano, infere-se que a população de douradas na bacia do rio Madeira possui entre dois anos a quatro anos, sendo este rio, portanto, possível área de movimentação de indivíduos pré-adultos, corroborando Alonso (2002), que identificou a presença de pré-adultos com essa idade no médio Amazonas (Manaus). Ademais, Vásquez *et al.* (2009) reporta que a dourada é uma espécie de crescimento rápido, crescendo em torno de 50 cm no primeiro ano de vida, diminuindo gradualmente a taxa de crescimento de pois dos dois e três anos com incremento de 5 cm ao ano, coincidindo com a mudança na deposição de  $\text{CaCO}_3$  a partir do quarto anel (dois anos) observada no presente estudo.

Entretanto, apesar dos importantes resultados obtidos neste estudo, ressalta-se a necessidade de aprofundamento dessas pesquisas de idade e crescimento da dourada no rio Madeira, visando, em especial, a análise de bordo dos otólitos, a qual fornecerá resultados mais verossímeis quanto à validação dos anéis de crescimento. Ademais, informações acerca de outros aspectos do ciclo de vida da espécie, como atividade alimentar e reprodutiva, também são imprescindíveis para a melhor compreensão dos fatores envolvidos na formação dos anéis de crescimento da espécie.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALONSO, J. C. 2002. **Padrão espaço-temporal da estrutura populacional e estado atual da exploração pesqueira da dourada *Brachyplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: Pimelodidae), no sistema Estuário- Amazonas- Solimões.** Tese de doutorado do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 217p.
- ALONSO, J. C. & PIKER L. E. 2005. **Dinâmica populacional e estado atual da exploração de piramutaba e de dourada.** In: FABRÉ, N.N & BARTHEM, R.B. (Eds.). O manejo dos grandes bagres migradores, piramutaba e dourada no eixo Amazonas-Solimões. Pro Várzea/IBAMA, Manaus, 108p.
- ASSIS, C. A. 2003. **The lagenar otoliths of teleosts: their morphology and its application in species identification, phylogeny and systematic.** Journal of Fish Biology 62, 1268–1295.
- BARTHEM, R. B. & GOULDING, M. 1997. **The catfish connection: ecology, migration, and conservation of Amazon predators.** Biology and Resource Management in the Tropics Series. New York: Columbia Press. 140p.
- BATISTA, J. S. 2001. **Estimativa da variabilidade genética intra-específica da dourada *Brachyplatystoma flavicans* Castelnau 1855 (pimelodidae-Siluriformes) no sistema Estuário- Amazonas- Solimões.** Dissertação de mestrado. Manaus PPG Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA. 97p.
- BATISTA, J. S. & ALVES-GOMES, J. A. 2006. **Phylogeography of *Brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes - Pimelodidae) in the Amazon Basin offers preliminary evidence for the first case of “homing” for an Amazonian migratory catfish.** Genetics and Molecular Research., (4): 723- 5 (4): 723-740.
- BENEDITO-CECILIO, E. & AGOSTINHO, A. A. 1997. **Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo.** In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. (Eds). **Reservatório de Segredo – Bases ecológicas para o manejo.** Eduem: Maringá, Paraná. 387p.

- CASSELMAN, J.M. 1983. **Age and growth assessment of fish from their calcified structures-techniques and tools.** In: Prince, E.D.; Pulos, L.M. (Eds.). *Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes, and Sharks.* NOAA Technical Report NMFS, 8:1-17.
- COSTA, M. R. & ARAÚJO, F. G. 2003. **Length-weight relationship and condition factor of *Micropogonias furnieri* (Demarest) (Perciformes, Sciaenidae) in the Sepetibe bay, Rio de Janeiro State, Brazil.** *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(4): 685-690.
- CUTRIM, L. & BATISTA, V. S. 2005. **Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central.** *Revista Acta Amazonica*. 35(1): 85-92.
- DO CARMO, A. B. 2008. **Análise Espacial do Crescimento de *Maurolicus stehmanni* (Teleostei: Sternoptychidae) na região Sudeste-Sul do Brasil, utilizando a microestrutura, a morfologia e a ontogêia dos otólitos *Saggitae*.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Universidade de São Paulo / Instituto Oceanográfico. 177 p.
- DORIA, C. R., LIMA, M. A. L., LIMA, H. M., SANT'ANNA, I. R. A. & NETO, J. M. M. 2010. **Monitoramento da atividade pesqueira no rio Madeira.** In: **Relatório técnico anual do programa de monitoramento e conservação da ictiofauna do rio Madeira.** 706p.
- ELEUTÉRIO, C. L. T. 2008. **Crescimento, idade e mortalidade do Congro-rosa *Genypterus brasiliensis* (Regan 1903) na região Sudeste e Sul do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Aqüicultura e Pesca) Instituto de Pesca/Programa de pós-graduação em Aqüicultura e Pesca. São Paulo. 60p.
- FABRÉ, N. N. & SAINT PAUL, U. 1998. **Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*.** *Journal Fish Biology*. 53: 1-11.
- FAO-COPESCAL, 2000. **Informe del taller regional sobre el manejo de lãs pesquerías de bagres migratórios del Amazonas (Iquitos-Perú).** Informe de campo F-5: Comisión de pesca continental para a América Latina. FAO. 103p.
- FERNANDES, V. L. A. 2007. **Determinação da idade e crescimento de *Triporthus albus*.** Monografia (Bacharelado em Engenharia de Pesca) Fundação Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM. 45p.
- FROESE, R. 2006. **Cube law, condition factor, and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations.** *Journal of Applied Ichthyology*. 22(4): 241-253.
- GOULDING, M. 1979. **Ecologia de pesca do rio Madeira.** CNPq-INPA, Manaus. 172p.
- HAIMOVICI, M. & E. G. REIS. 1984. **Determinação de idade e crescimento da Castanha *Umbrina canosai* (Pisces, Sciaenidae) do sul do Brasil.** *Atlântica*. 7: 25-46.
- HILBORN, R. & C.J. WALTERS. 1992. **Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty.** New York, Chapman and Hall. 570p.

- KING, M. 1995 **Fisheries Biology, Assessment and Management**. Fishing News Books. Osney Mead, Oxford. England. 341p.
- LE CREN, E.D. 1951. **The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight in condition in the perch (*Perca fluviatilis*)**. The journal of Animal Ecology. 20 (2): 201-219.
- LOUBENS, G. & PANFILI, J. 2000. **Biologie de *Pseudoplatystoma fasciatum* et *Pseudoplatystoma trigrinum* (Teleostei: Pimelodidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne)**. Ichthyol. Explor. Freshwaters. 11(1): 13-33.
- LOWE- McCONNEL, R. H. 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp. 535p.
- MASSON, C. G. M. J. 2005. **Subsídios para uma gestão dos recursos hídricos na Amazônia: estudo de caso da bacia do rio Madeira**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Planejamento Energético) Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Rio de Janeiro. 259p.
- MELLO, F.T. *et al.* 2006. **Ontogenetic allometric coefficient changes: implications of diet shift and morphometric traits in *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Characiforme, Erythrinidae)**. Journal of Fish Biology, London. 69 (6): 1770–1778.
- OLIVEIRA, M. I. B. 1997. **Determinação da idade e aspectos da dinâmica populacional do Curimatã *Prochilodus nigricans* (Pisces: Prochilodontidae) da Amazônia Central**. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia Manaus, Amazonas. 79p.
- PANFILI, J. 1993. **Estimation de age individuel des poissons: methodologies et applications á des populations naturelles tropicales et tempérées**. Diplome de Doctorat, Université de Montpellier France. 456p.
- PARENTE, V. M., VIEIRA, E. F., FABRÉ, N. N. 2005. **A pesca e a economia da pesca de bagres no eixo Solimões-Amazonasdo**. In: FABRÉ, N.N & BARTHEM, R.B. (Eds.). O manejo dos grandes bagres migradores, piramutaba e dourada no eixo Amazonas-Solimões. Pro Várzea/IBAMA, Manaus, 108p.
- PÉREZ, A. & FABRÉ, N. N. 1999. **Seleção das estruturas calcificadas para a determinação da idade da piracatinga *Colophysus macropterus* Lichtentein (Siluriforme: Pimelodidae) na Amazônia Central, Brasil**. Revista Acta Amazonica. 33(3): 499-514.
- PENHA, J. M. F., MATEUS, L. A.F. & BARBIERI, G. 2004. **Age and of the Duckbill catfish (*Sorubim cf. lima*) in the Pantanal**. Braz. j. Biol. 64(1): 125-134.
- PIRKER, L. E. M. 2001. **Determinação da idade e crescimento da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840) (Siluriforme: Pimelodidae) capturada no estuário amazônico**. Dissertação de mestrado, UFPA/MPEG, 85p.
- REIS, R. E., KULLANDER, S. O. & FERRARIS, C. J. 2004. **Checklist of Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs.

- ROCHA, C.; FÁVARO, L.F. & SPACH, H.L. 2002. **Biologia reprodutiva de *Sphoeroides testudintes* (Linnaeus) (Pisces, Osteichthyes, Tetraodontidae) da gamboa do Bagaçu, Baía do Paranaguá, Paraná, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, 19(1): 57-63.
- RÖPKE, C. P.; QUEIROZ, L. J.; TORRENTE-VILARA, G.; DORIA, C. R. C. 2010. **A Bacia do rio Madeira: Caracterização da rede amostral.** In: **Relatório Técnico Anual do Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna do rio Madeira.** 706p.
- SANTOS, G.M.; FERREIRA, E. & ZUANON, J. A. S. **Peixes comerciais de Manaus.** Manaus: IBAMA/AM, ProVárzea, 2006. 144 p.
- SIOLI, H. 1969. **Fundamentos da ecologia da maior região de floresta tropical.** Petrópolis, Vozes LTDA. 72p.
- SPARRE, P. & S. C. VENEMA. 1997. **Introdução a la evaluación de recursos pesqueiros tropicales.** Parte 1 – Manual. FAO, Documento Técnico de Pesca 306/1. Ver. 1. Rome. 404p.
- STATSOFT. 1996. **Statistics for Windows (Electronic manual index).** Version 7.1. Tulsa.
- VALERUZ-RÊGO, H., FABRÉ, N.N & PEREZ, L.A. 1998. **Estruturas calcificadas de dourada (*Brachyplatystoma flavicans*) para a determinação de idade.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Serie Zoologia, 14 (2): 143-172.
- VANZOLINI, P.E. 1993. **Métodos estatísticos elementares em sistemática zoológica.** São Paulo, Hucitec. 130p.
- VÁSQUEZ, A.G.; ALONSO, J.C.; CARVAJAL, F.; MOREAU, J.; NUÑEZ, J.; RENNO, J.-F.; TELLO, S.; MONTREAU and DUPONCHELLES, F. 2009 **Life-history characteristics of the large Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Iquitos region, Peru.** Journal of Fish Biology. 75: 2527-2551.
- VIEIRA, S. 1991. **Introdução à Bioestatística.** Rio de Janeiro, Editora Campus, 203p.
- WINEMILLER, K.O. 1989. **Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments.** Oecologia, Berlin. 81:225-241.
- ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical analysis.** London, Prentice Hall, 662p.