

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA DOCE E  
PESCA INTERIOR – PPG BADPI**

**Efeitos da alteração ambiental sobre *Bryconops giacopinii*  
(Characidae) em igarapés de terra firme: dieta, fator de  
condição, parasitismo e reprodução**

**MARIA BÁRBARA DA COSTA MASCARENHAS**

Manaus, AM  
Agosto de 2019

**MARIA BÁRBARA DA COSTA MASCARENHAS**

**Efeitos da alteração ambiental sobre *Bryconops giacopinii*  
(Characidae) em igarapés de terra firme: dieta, fator de  
condição, parasitismo e reprodução**

**ORIENTADORA: DR<sup>a</sup>. CLÁUDIA PEREIRA DE DEUS**

**COORIENTADOR: DR. JANSEN SAMPAIO ZUANON**

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus, AM  
Agosto de 2019

M395e Mascarenhas, Maria Bárbara da Costa

Efeitos da alteração ambiental sobre *Bryconops giacopinii* (Characidae) em igarapés de terra firme: dieta, fator de condição, parasitismo e reprodução / Maria Bárbara da Costa Mascarenhas. – Manaus: [s.n], 2019. 60 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado) - INPA, Manaus, 2019.

Orientadora: Cláudia Pereira de Deus

Coorientador: Jansen Sampaio Zuanon

Área de concentração: Biologia de Água Doce e Pesca Interior

1. Alteração ambiental – Igarapés. 2. Peixe – Dieta. 3. Peixe – Parasitismo. 4. Peixe – Bem estar. 5. Peixe – *Fitness*. I. Título.

CDD: 639.2

*Aos guerreiros “invisíveis” que sobrevivem em meio ao  
caos do mundo cruel, mas que lutam por dias melhores e  
por seus iguais*

## AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus queridos orientadores Dra. Cláudia Pereira de Deus e Dr. Jansen Zuanon, pela oportunidade concedida para realização deste trabalho, pela dedicação, incentivo, pelos “puxões de orelha” quando necessários, pelos ensinamentos valiosos, infinita paciência, mas principalmente pelo amor e carinho que recebi de ambos.

Agradeço a professora Dra. Sidinéia Amadio pela imensa ajuda, pelos ensinamentos, pela paciência e pelo suporte. Sua contribuição foi inestimável para realização deste trabalho.

Sou grata por conhecer pessoas que sempre me apoiaram e contribuíram para o meu desenvolvimento, como Thatyla Farago, Nágila Zuchi, Gabriel Barros e principalmente a Camila dos Anjos pela imensa contribuição neste trabalho e por me receberem com tanto carinho no BADPI antes mesmo de eu ser “alguém”.

Agradeço aos meus *brothers* do curso BADPI Luigi Dieb, Simélvia Vida e principalmente a Eline Gomes pelo companheirismo, momentos alegres, assim como ajuda nos *perrengues* e pela amizade.

Agradeço em especial a minha *best friend* Daniele Andrade, que me acompanha desde a graduação. Sem a sua verdadeira amizade eu não chegaria tão longe por este caminho com tantos obstáculos.

Agradeço aos amigos da Reserva Ducke e ao Seu Zé, Douglas e Fran Xingu pelo apoio nos campos e pela diversão.

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida e ao ADAPTA pelo financiamento para realização deste trabalho.

E por fim, agradeço a minha mãe Seris Malheiros por todo o apoio e pelo imenso sacrifício.

## RESUMO

Alterações em ambientes aquáticos desencadeiam uma série de efeitos sobre os organismos, em especial aos os peixes. Esses efeitos podem ser observados em mudanças na dinâmica de disponibilidade de recursos, bem como da ocorrência de organismos incomuns em ambiente natural, que por sua vez, afetam o estado corporal e comprometem o *fitness* dos indivíduos. O presente estudo comparou parâmetros biológicos e parasitológicos entre populações de *Bryconops giacopinii* (Fernandez-Yépez, 1950) (Characiformes: Characidae) amostradas em igarapés íntegros pertencentes a Reserva Florestal Adolpho Ducke e em igarapés alterados pelo represamento causado pela construção da rodovia BR-174. Os resultados referentes à dieta apresentaram predomínio de insetos alóctones nos exemplares amostrados nos igarapés íntegros, enquanto os exemplares obtidos nos igarapés alterados consumiram proporções maiores de alimentos autóctones, com a predominância de detrito. O fator de condição alométrico (Kn) foi superior para as populações em igarapés íntegros. Parasitos digenéticos e nematódeos ocorreram com frequência e abundância muito maiores nos exemplares de igarapés alterados. Houve uma relação significativa negativa, porém, fraca entre a abundância parasitária e o fator de condição nas populações de *B. giacopinii* nos igarapés alterados. A fecundidade (absoluta e relativa) das fêmeas foi significativamente mais alta entre os exemplares, além da ocorrência de relação positiva e significativa entre a fecundidade e o tamanho das fêmeas apenas nos igarapés alterados. Por outro lado, não houve diferença no diâmetro dos ovócitos entre as populações amostradas nos dois tipos de ambientes. Porém há um indicativo de diferenças no tipo de desova entre as populações dos ambientes avaliados. Estes resultados indicam que as alterações causadas pelo represamento influenciaram significativamente alguns parâmetros biológicos e ecológicos das populações de *B. giacopinii* presentes na BR-174, sendo observado o potencial de adaptabilidade dos indivíduos frente aos impactos gerados no ambiente. As diferenças observadas indicam que os efeitos negativos do represamento não são homogêneos para os diversos aspectos biológicos mensurados nas populações que ocupam os igarapés alterados pela rodovia BR-174.

## ABSTRACT

Changes in aquatic environments trigger several effects on organisms, especially for fish. These effects can be observed in changes in the dynamics of resource availability, as well as the occurrence of unusual organisms in the natural environment, which in turn, affect the body state and compromise the *fitness* of individuals. The present study compared biological and parasitological parameters among populations of *Bryconops giacopinii* (Fernandez-Yépez, 1950) (Characiforms: Characidae) sampled in intact forest streams belonging to the Adolpho Ducke Forest Reserve and in altered streams by damming caused by the construction of the BR-174 highway. Dietary results showed predominance of allochthonous insects in the samples sampled from the intact forest streams, while the specimens obtained in the altered streams consumed larger proportions of autochthonous foods, with the predominance of detritus. The relative condition factor (Kn) was higher for the populations in intact forest streams. Digenetic parasites and nematodes occurred with much greater frequency and abundance in specimens of altered forest streams. There was a significant, but weak, relationship between parasitic abundance and condition factor in *B. giacopinii* populations from altered streams by BR-174. The fecundity (absolute and relative) of the females was significantly higher among the specimens, besides the occurrence of a positive and significant relationship between the fecundity and the size of the females only from altered streams. On the other hand, there was no difference in oocyte diameter among populations sampled in both types of environments. However, there is an indication of differences in the type of spawning among the populations of the evaluated environments. These results indicate that the changes caused by damming, had a significant influence on some biological and ecological parameters of the local populations of *B. giacopinii*, being observed the potential of adaptability of the individuals to the impacts generated in the environment. The observed differences indicate that the negative effects of damming are not homogeneous for the various biological aspects measured in the populations that occupy the altered streams by BR-174 highway.

## SUMARIO

<b>I. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>II. HIPÓTESE</b> .....	15
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	16
Geral.....	16
Específicos .....	16
<b>IV. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	17
<b>Área de estudo</b> .....	17
Igarapés íntegros .....	17
Igarapés alterados .....	19
Caracterização do habitat e coleta dos peixes.....	20
Análise de dados.....	21
Reprodução.....	21
Fator de condição (Kn).....	23
Análise de dieta .....	23
Identificação e contagem de parasitos.....	24
Análise estatística.....	25
<b>V. RESULTADOS</b> .....	26
Características ambientais dos igarapés.....	26
Características biométricas dos exemplares.....	26
Análise de dieta.....	27
Fator de condição relativo (Kn).....	29
Parasitos e fator de condição.....	31
Reprodução.....	35
<b>VI. DISCUSSÃO</b> .....	37
Considerações finais.....	44
<b>VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	45



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de Comprimento padrão (Cp), Comprimento total (Ct), Peso total (Pt) e Peso eviscerado (Pe), assim como desvio padrão ( $\pm$ ), tanto do total de exemplares quanto para machos e fêmeas de igarapés íntegros (Reserva Ducke) e alterados BR-174.....	26
Tabela 2. Itens alimentares distribuídos em suas respectivas categorias.....	27
Tabela 3. Valores em porcentagem do Índice alimentar (IA) e frequência de ocorrência (FO) dos itens nas categorias representativas.....	29
Tabela 4. Múltiplas comparações resultantes do teste Kruskal Wallis com aplicação do teste a posteriori de Bonferroni, a partir dos valores de Kn dos exemplares pertencente a cada igarapé representado pelos códigos D1, D2, D3 e D4 (Ducke) e B1, B2, B3 e B4 (BR-174).....	31

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização dos igarapés amostrados pertencentes a microbacia Acará dentro da Reserva florestal Adolfo Ducke situada ao norte de Manaus. Neste estudo, os igarapés da RFAD foram codificados como D1, D2, D3 e D4.....18
- Figura 2. Igarapés de terra firme íntegros localizados na RFAD, caracterizados pela presença expressiva da vegetação ripária, cobertura de dossel, leito com matéria orgânica proveniente da floresta e diversidade de microhabitats. Igarapé de segunda ordem (A) e igarapé de terceira ordem (B).....18
- Figura 3. Localização dos igarapés amostrados (A, B, C e D) que foram interceptados pela BR 174, trecho Manaus – Presidente Figueiredo, AM.....19
- Figura 4. Igarapés alterados, interceptados pela rodovia BR-174 (AM). Caracterizados pela ausência de dossel, com montante alagada (A), presença de manilhas ou bueiros (B), seguida de trechos assoreados à jusante (C e D) .....20
- Figura 5. Índice alimentar das principais categorias de alimento consumida por exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados em igarapés prístinos (Reserva Ducke) e alterados pela rodovia (BR-174). Categorias: *invertebrado alóctone* (Inv al); *invertebrado autóctone* (In vau); *Material vegetal* (Veg); *Detrito* (Det); *Algas* (Alg); *Crustáceos* (Cru).....28
- Figura 6. Frequência de ocorrência (FO%) de cada item alimentar predominante na dieta dos exemplares de *Bryconops giacopinii* da BR-174 e Reserva Ducke. Itens: Hym – Himenoptera; Hem – Hemiptera; Efe – Ephemeroptera; Iso – Isoptera; Col – Coleoptera; Lar col – larva Coleoptera; LDi - larva Diptera; Odo – Odonata; LOd – larva Odonata; Det – detrito; Alg – alga; Sem – semente; Rai – raiz; Fol – folha; Mic – microcrustáceo.....28
- Figura 7. Relação do peso eviscerado e comprimento padrão de todos os exemplares de *Bryconops giacopinii* ( $N = 120$ ) coletados em igarapés que drenam para a bacia do Tarumã-Açu. Coeficientes da relação peso-comprimento **a** (0,03) e **b** (2,673).....29
- Figura 8. Medianas, variância e desvios interquartílicos do Fator de condição relativo (Kn) dos exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados em igarapés prístinos (Reserva Ducke) e alterados (BR-174). Os círculos representam *outliers* na distribuição.....30
- Figura 9. Representação gráfica do K dos exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados em igarapés prístinos (Reserva Ducke: D1, D2, D3 e D4) e em igarapés alterados (BR-174: B1, B2, B3 e B4). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios de Kn.....30/31
- Figura 10. Relação entre total de parasitos (log) e o fator de condição relativo (Kn) para exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados em igarapés impactados pela BR-174.....32

Figura 11. Relação entre a fecundidade absoluta e comprimento total de fêmeas dos igarapés da BR-174 (N = 15; R <sup>2</sup> = 0,34; p = 0,02; equação Y = 522,81X-3901,8) .....	33
Figura 12. Comparação da fecundidade relativa (N de ovócitos/cm de comprimento total) entre fêmeas de <i>Bryconops giacopinii</i> de igarapés da BR-174 e Reserva Ducke.....	34
Figura 13. Distribuição de frequência de diâmetro dos ovócitos (mm) de fêmeas coletadas na Reserva Ducke. Predominância de vários lotes em desenvolvimento.....	35
Figura 14. Distribuição de frequência de diâmetro dos ovócitos (mm) de fêmeas coletadas em igarapés da BR-174. Poucos lotes de ovócitos em desenvolvimento.....	35
Figura 15. Distribuição de frequência do diâmetro médio dos ovócitos (mm) de todos os exemplares de <i>Bryconops giacopinii</i> pertencentes a cada ambiente, igarapés prístinos (Reserva Ducke) e igarapés interceptados pela rodovia BR-174.....	36

## I. INTRODUÇÃO

Na Amazônia, a formação dos grandes rios se deve a importantes vias hídricas conhecidas como igarapés, os quais são pequenos riachos que drenam extensas áreas de florestas de terra firme, sendo influenciados por chuvas locais, resultando em inundações de curta duração (Walker, 1991; Pazin, *et al.*, 2006). Suas águas são caracterizadas por possuírem baixo pH, resultante da grande quantidade de compostos húmicos e fúlvicos provenientes da decomposição da matéria orgânica originária da floresta ripária (Junk, 1983). Essa extensa cobertura vegetal circundante reduz a penetração de luz nesses sistemas, fazendo com que as cadeias tróficas sejam altamente dependentes do material alóctone advindo da floresta. Essa relação de dependência já vem sendo evidenciada em vários estudos (Knoppel, 1970; Silva, 1993; Buhrnheim & Cox Fernandes, 2001; Mendonça *et al.*, 2005).

A energia nesses ambientes depende da entrada de recursos da floresta para o sustento de diferentes organismos ao longo de um gradiente (Vannote *et al.*, 1980; Walker, 1986; Vogel *et al.*, 2009). Particularmente para os peixes que habitam pequenos igarapés de terra firme da Amazônia, a importância da floresta é ressaltada por meio da massiva exploração de recursos alóctones como troncos, frutos, galhos, folhas e sementes, que ao adentrarem no canal dos igarapés, constituem-se em material orgânico particulado (MOP) (Walker, 1991; Junk, 1983). Estes sofrem ação de pequenos invertebrados aquáticos, fungos e bactérias sendo então mineralizados (MOD) e transportados rio abaixo (Vannote *et al.*, 1980). Portanto, a composição da dieta para certas espécies de peixes desses igarapés se baseia em invertebrados de origem alóctone e em estágios larvais e ninfas de insetos semiaquáticos (Soares, 1979; Esteves & Aranha, 1999; Cardoso & Couceiro, 2017). Ferreira *et al.* (2012) destacaram a importância do consumo de itens de origem animal para os peixes, por conferir maior potencial energético e proteico quando comparado com detrito orgânico, algas e material vegetal, além de contar com relativa abundância no ambiente, já que pequenos invertebrados artrópodes como insetos são amplamente distribuídos em florestas (Correa *et al.*, 2006). Portanto, o custo benefício do

forrageio desses alimentos passa a ser bastante compensatório para os peixes (Bowen *et al.*, 1995).

Alterações em habitats aquáticos como pequenos igarapés amazônicos estão cada vez mais frequentes, devido a crescente expansão urbana (Laurance *et al.*, 2011; Beltrão *et al.*, 2017). As construções mais corriqueiras são de rodovias e estradas vicinais, onde extensas áreas verdes são desmatadas e redes hidrográficas são cortadas e/ou desviadas, acarretando drástica alteração do ambiente (Fearnside, 2005, 2006; Fearnside & Graça, 2009). Um claro exemplo disso ocorre ao longo da BR 174, entre Manaus e Presidente Figueiredo no estado do Amazonas, onde são encontrados igarapés completamente descaracterizados, apresentando jusante com trechos assoreados e a montante com grandes extensões alagadas. Ambiente outrora considerado lótico, passa a ter condições semilênticas, com elevada temperatura da água devido à grande perda de dossel, antes composto pela vegetação marginal, mas que agora dá espaço a troncos mortos conhecidos como “paliteiros” que são vestígios dessa vegetação afogada devido ao transbordamento do canal (Fearnside, 2010).

Além dos impactos diretos na estrutura do habitat, os danos na disponibilidade de recursos para as espécies remanescentes de ambientes aquáticos, pós alteração, são inevitáveis devido à relação de alta dependência desses igarapés e seus organismos com a floresta de terra firme, como mencionado anteriormente. Portanto, o aporte do material orgânico para dentro dos igarapés, é fortemente afetado pelas alterações antrópicas no ambiente, diminuindo a disponibilidade e qualidade desses recursos, afetando os organismos que dependem diretamente da floresta (Karr & Angermeier, 1986; Goch, 2007; Teresa & Casatti, 2010), bem como os processos fisiológicos dos peixes.

As condições corporais dos peixes podem ser interpretadas pelo fator de condição, o qual atua como um indicador quantitativo do grau de hígidez (ou bem-estar) do indivíduo. Este, pode variar conforme as condições ambientais a que estão sujeitos os indivíduos e dependem da relação peso-comprimento dos peixes (Le Cren, 1951; Agostinho *et al.*, 1990; Braga, 2005; Gomiero *et al.*, 2005; Lima-Junior, 2006; Pazianoto *et al.*, 2016). Os cálculos dos coeficientes dessa

relação predizem acerca do peso quando se possui apenas dados de comprimento, ou vice e versa (Le Cren, 1951; Gomiero & Braga, 2003; Gomiero *et al*, 2010).

Da mesma forma, a avaliação por meio do fator de condição é bastante eficiente para demonstrar situações onde indivíduos estão sofrendo algum tipo de pressão causada por fatores bióticos ou abióticos (Lizama & Ambrósio, 2002; Froese, 2006). Logo, análises sobre o estado corporal dos peixes auxiliam na inferência sobre as condições ambientais e fatores aos quais esses organismos estão expostos.

Interações bióticas como o parasitismo, por exemplo, podem estar dentre outras variáveis, associado ao estado corporal dos organismos e às mudanças ocorridas no ambiente (Lemos *et al.*, 2007; Moreira *et al.*, 2010; Guidelli *et al.*, 2011). A diminuição no nível de bem-estar do peixe, ocasionada por alterações em sua dieta (seja alterações na oferta de alimentos, na qualidade nutricional ou calórica do recurso alimentar), pode levá-lo a uma maior suscetibilidade à infecção por parasitos (Moreira *et al*, 2010). Tal infecção pode desencadear respostas no corpo do hospedeiro, refletindo diretamente no bem-estar do indivíduo (é uma via de mão-dupla). Com base nisso, muitos estudos buscam compreender a relação entre o estado corporal e a intensidade parasitária em peixes (Tavares-Dias *et al.*, 1999; Madi & Silva, 2005; Rosim *et al.*, 2005; Yamamura & Zanolo, 2006; Takemoto *et al.*, 2009; Moreira *et al.*, 2010; Guidelli *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2013).

Quando em alta densidade, os parasitos podem causar patologias ou efeitos danosos que influenciam as características biológicas essenciais dos peixes. Determinados parasitos, como os trematódeos digenéticos por exemplo, apresentam um ciclo de vida complexo utilizando pelo menos dois hospedeiros intermediários, em que o primeiro garante uma alta taxa reprodutiva e conseqüentemente um aumento na dispersão/infecção e sobrevivência das larvas (cercárias). Estas cercárias penetram no corpo do hospedeiro causando danos e, em alguns casos, se alojam como metacercárias em cistos até que sejam consumidas pelo hospedeiro final (Thatcher, 1981; Quist *et al.*, 2007).

Um dos prejuízos ocasionados pela entrada e encistamento dos parasitos no corpo dos peixes é a doença dos pontos pretos. Esta enfermidade é facilmente reconhecida por causar, como resposta do hospedeiro ao dano, uma cápsula e acúmulo de melanina em torno das metacercárias encistadas, formando pequenos pontos pretos (Steedman, 1991; Flores-Lopes, 2014). A infecção por estas metacercárias causam retardo no crescimento, perda de peso e em certos casos, pode levar à morte (Hoffman, 1956; Harrison & Hadley, 1982; Mello & Euguren 2008). Os efeitos negativos causados pelos parasitos prejudicam o *fitness* do hospedeiro, uma vez que indivíduos em más condições corporais podem apresentar dificuldades na sobrevivência, além de afetar funções ligadas aos aspectos reprodutivos, como diminuição da fecundidade, do tamanho dos ovócitos, alterações dos hormônios reprodutivos ou mesmo danificação das gônadas (Lima *et al.*, 2007; Lefèvre, *et al.*, 2009; Lima, 2014).

Determinadas espécies de peixes, entretanto, podem apresentar respostas diante aos fatores de impacto ocorridos no ambiente, sejam naturais ou antrópicos (Wootton, 1990). Espécies que possuem maior plasticidade fenotípica e ou trófica apresentam maiores chances de adaptabilidade frente às novas condições do ambiente (Abelha, 2001; Chevin *et al.*, 2010).

Para espécies remanescentes de um ambiente pós alteração, a permanência do indivíduo vai depender de sua capacidade de exploração dos recursos existentes (Suzuki, 1999). Este processo se configura na obtenção de recurso alimentar disponível e no investimento da energia proveniente deste para o crescimento e para reprodução (Vazzoler, 1996). Pressões bióticas e abióticas contribuem para ajustes nas táticas reprodutivas dos peixes, os quais são mais evidentes no tamanho de primeira maturação, que passa a ocorrer de forma mais precoce, além do aumento na fecundidade. Contudo, a produção de descendentes capazes de se estabelecerem no ambiente é o que garante o sucesso reprodutivo do indivíduo e conseqüentemente, a manutenção da população (Vazzoler, 1996).

Determinadas espécies de peixes ao sofrerem com os efeitos de mudanças abruptas geradas no ambiente, possuem a capacidade de gerar alternativas de adaptabilidade frente às novas condições impostas pelo novo cenário ambiental

(Wootton, 1990). No presente estudo observamos as influências das alterações ambientais sobre populações de peixes pertencentes a igarapés alterados pela construção da rodovia BR 174, comparando-as com populações de igarapés de terra firme íntegros, utilizando como modelo a espécie *Bryconops giacopinii*.

## II. HIPÓTESE

As dietas das populações de *Bryconops giacopinii* pertencentes a igarapés alterados interceptados pela rodovia BR-174 e em igarapés íntegros localizados na Reserva Adolpho Ducke são diferentes, uma vez que a disponibilidade e qualidade dos recursos alimentares foram modificadas devido às alterações antrópicas ocorridas com a construção da rodovia. Dessa forma, a condição corporal dos indivíduos entre as duas populações reflete a qualidade dos recursos alimentares disponíveis nos ambientes. A deficiência na condição corporal dos peixes pode propiciar a infecção por parasitos oportunistas causadores de doenças. Esse conjunto de fatores pode se refletir nos aspectos ligados às condições reprodutivas das populações de peixes, possivelmente, levando os indivíduos a ajustarem suas táticas reprodutivas. Todas essas alterações influenciariam nas respostas do *fitness* entre as duas populações.



### III. OBJETIVOS

#### *Objetivo Geral*

Avaliar os efeitos da alteração ambiental sobre a dieta, fator de condição, abundância parasitária e aspectos reprodutivos das populações da espécie *Bryconops giacopinii* (Characiformes: Characidae) pertencentes a igarapés de terra firme impactados pela construção da rodovia BR-174 comparando-as aos de igarapés íntegros pertencentes a Reserva Florestal Adolfo Ducke.

#### *Objetivos Específicos*

- a. Determinar e comparar a dieta de indivíduos de *B. giacopinii* pertencentes aos igarapés/ambientes íntegros (Reserva Ducke) e alterados (BR-174);
- b. Quantificar e comparar o fator de condição dos exemplares entre ambientes (Reserva Ducke e BR-174) e entre os igarapés;
- c. Estimar a abundância do parasito causador da doença dos pontos pretos e de parasitos presentes no trato digestório e na bexiga natatória de todos os exemplares;
- d. Relacionar o fator de condição com a abundância total de parasitos dos exemplares de cada ambiente (prístino e alterados);
- e. Estimar e comparar a primeira maturação, fecundidade absoluta e relativa e o diâmetro dos ovócitos dos peixes de cada ambiente.

#### **IV. MATERIAL E MÉTODOS**

##### *Área de estudo*

O estudo ocorreu em igarapés de terra firme da Amazônia central, onde foram coletados indivíduos distribuídos em populações presentes em oito igarapés, sendo quatro deles pertencentes a ambientes íntegros, no qual serviram como grupo controle. Outra parte dos exemplares foi coletada em igarapés interceptados pela BR-174, no trecho entre os municípios de Manaus e Presidente Figueiredo – AM. Todos os igarapés estudados drenam para bacia do Tarumã-Açu, desse modo, eliminando possíveis efeitos de bacias.

##### *Igarapés íntegros*

Os igarapés considerados íntegros pertencem a Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) situada ao norte de Manaus – AM, sendo caracterizada por apresentar floresta do tipo tropical úmida de terra firme, com temperatura média de 26°C e pouca variação anual. Possui uma estação seca, de julho a outubro, e outra chuvosa, de novembro a junho (Araújo, 1967). A parte oeste apresenta três microbacias: Acará, Bolívia e Barro Branco, que drenam para o rio Tarumã-Açu, afluente da margem esquerda do Rio Negro. Estes igarapés são de 1ª, 2ª e 3ª ordem e apresentam tonalidade de água mais escura, com leito predominantemente arenoso, mas com folhas mortas submersas. Suas águas são ácidas (pH entre 3,5 e 5,0), porém com relativo teor de oxigênio dissolvido, em média de 5,9 mg/l (Mendonça, 2010) (Figura 2).

A espécie estudada apresenta ampla distribuição nestes igarapés, contudo, é principalmente encontrada em igarapés da microbacia Acará. Por este motivo as coletas foram concentradas nos igarapés desta microbacia (Figura 1).

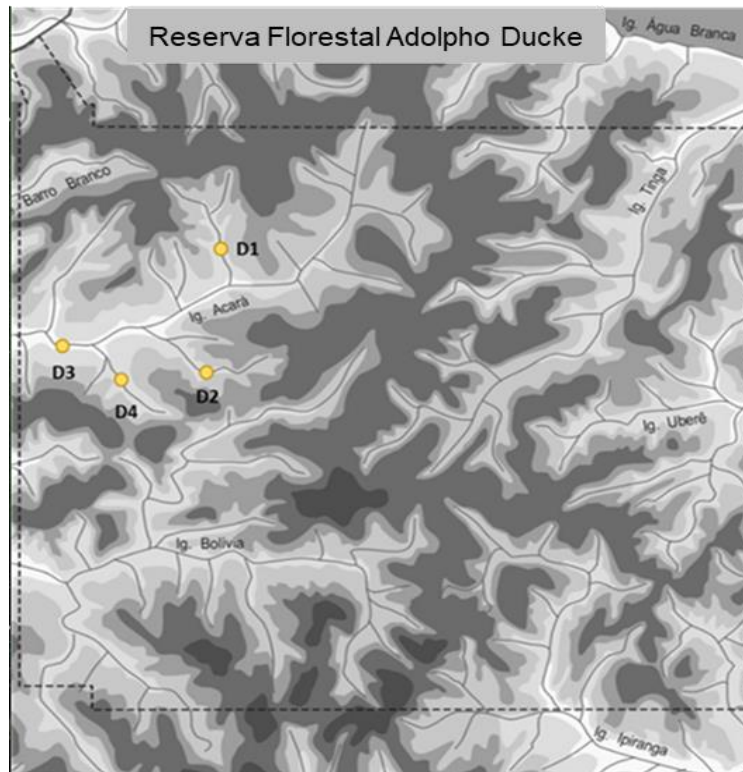


Figura 1. Localização dos igarapés amostrados pertencentes a microbacia Acará dentro da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) situada ao norte de Manaus. Neste estudo, os igarapés da RFAD foram codificados como D1, D2, D3 e D4.



Figura 2. Igarapés de terra firme íntegros localizados na RFAD, caracterizados pela presença expressiva da vegetação ripária, cobertura de dossel, leito com matéria orgânica proveniente da floresta e diversidade de microhabitats. Igarapé de segunda ordem (A) e igarapé de terceira ordem (B).

### Igarapés Alterados

Foram coletados exemplares de quatro igarapés codificados como B1, B2, B3 e B4, localizados às margens da BR-174, no trecho que liga as cidades de Manaus e Presidente Figueiredo, AM (Figura 3). Estes ambientes são igarapés de terra firme que sofreram alterações estruturais devido a interceptação pela construção da rodovia. Durante a construção, nos locais de existência de igarapés íntegros foram adaptados pontes, manilhas e bueiros, na maioria dos igarapés, para a passagem do fluxo de água. Contudo, as estruturas não responderam com eficácia na manutenção do fluxo da água no canal, acarretando seu represamento, diminuição da vazão, seguido do alagamento e afogamento da mata ripária, o canal do igarapé tornou-se mais largo, condições de velocidade da água tornaram-se muito baixa à montante e sem a cobertura de dossel a temperatura da água tornou-se mais elevada, formando igarapés com aspecto de lagos (Figura 4).

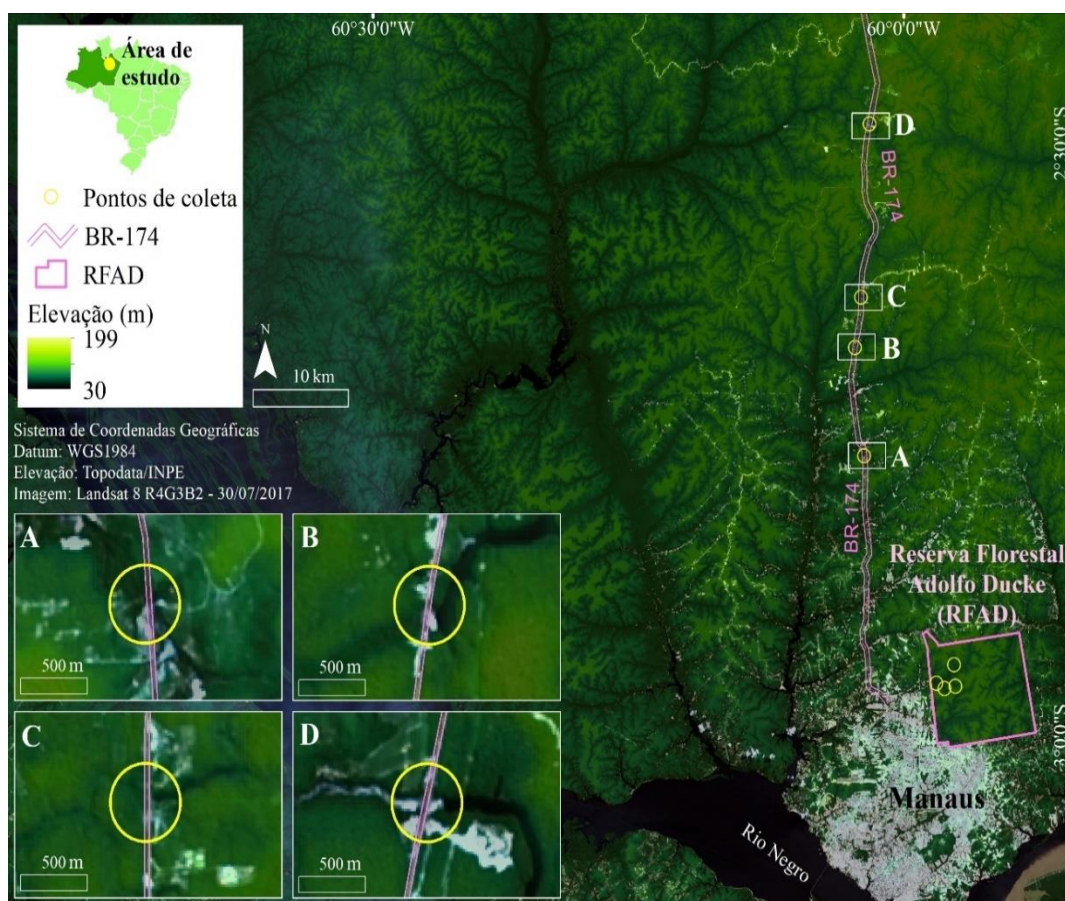


Figura 3. Localização dos igarapés amostrados (A, B, C e D) que foram alterados pela construção da BR-174, trecho Manaus – Presidente Figueiredo, AM.



Figura 4. Igarapés alterados, interceptados pela rodovia BR-174 (AM). Caracterizado pela ausência de dossel, com montante alagada (A), presença de manilhas ou bueiros (B), seguida de trechos assoreados à jusante (C e D).

#### *Caracterização do hábitat e coleta dos peixes*

Com uso de sonda multiparâmetro, foram registradas informações limnológicas, tais como condutividade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água. Além disso, também foram registradas informações dos igarapés, tais como tipo de substrato e velocidade da água.

As coletas ocorreram durante o período chuvoso, entre fevereiro e maio de 2018. Foram capturados 15 indivíduos em cada igarapé, totalizando 120 peixes analisados neste estudo. As coletas foram adaptadas de acordo com o protocolo do Projeto Igarapés (Mendonça *et al.*, 2005).

Em um trecho de 100 metros acompanhando o leito do igarapé, fez-se o uso de rede tarrafa para captura dos indivíduos em cardumes. Foi empregado o uso de rede de arrasto (de malha com cinco mm entre nós) em trechos mais rasos. As extremidades do trecho de coleta foram bloqueadas, de modo a otimizar o esforço empregado. Em igarapés alterados, este modo de coleta foi adaptado, onde o uso da rede tarrafa foi utilizado com maior prevalência. Também foram utilizadas malhadeiras de tamanho de malha de 30 e 40mm entre nós adjacentes para bloqueio do trecho, bem como para auxiliar na captura dos indivíduos. Devido a profundidade, em determinados trechos dos igarapés alterados foi empregado o uso de caiaque para viabilizar o modo de coleta.

Em campo, os indivíduos capturados foram submersos primeiramente em uma dose letal do anestésico Eugenol, ou óleo de cravo, (*cf*, American Veterinary Medical Association, 2001). Na sequência, foram acondicionados em sacos plásticos e fixados com formol 10% por cerca de 24h, e posteriormente foram conservados em álcool 70% e mantidos no laboratório de Ecologia de Peixes I do INPA para triagem.

### *Análise de dados*

### *Reprodução*

Foram coletados dados biológicos de todos os exemplares. Medidas de comprimento total (Ct) e comprimento padrão (Cp) foram feitas com uso de paquímetro digital. Posteriormente, foi obtido os valores de peso total (Pt) e peso eviscerado (Pe) com auxílio de balança com 0,5g de precisão. Após isso, foi feita a sexagem dos exemplares e observação do estágio de desenvolvimento gonadal de acordo com Brown-Peterson *et al.*, (2011), onde:

F1 - Imaturo: indicação de ovário translúcido e muito pequeno, não sendo possível notar ovócitos a olho nu;

F2 – Maturação: Os ovários são maiores contendo ovócitos bem vascularizados, pequenos e de aspecto translúcidos;

F3 – Maduro: Apresentação de ovários mais desenvolvidos e túrgido, contendo ovócitos grandes e opacos, prontos para desova;

F4 – Desova: Ovários grandes com ovócitos mais desenvolvidos, são liberados sob leve pressão feita no abdome;

F5 – Esvaziado: Flacidez nos ovários com áreas hemorrágicas, contendo ainda, poucos ovócitos;

F6 – Recuperação: Nesta fase os ovários se assemelham aos de indivíduos imaturos, podendo conter regiões hemorrágicas, ovócitos não visíveis a olho nu.

De acordo com as informações de sexo, comprimento total e estágio de maturação gonadal de cada exemplar, foi estimado o comprimento médio de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de acordo com Vazzoler (1996).

Os ovários em estágio de desenvolvimento F3 e F4 foram selecionados e dissociados em solução contendo 50% de hipoclorito de sódio a 2,5% por litro de água. Os ovócitos foram submergidos nesta solução e mantidos em período de 24h. Posteriormente foram peneirados e lavados com água corrente até atingir a dissociação completa, e por fim, armazenados em álcool 70%. Os ovócitos foram usados na estimativa da fecundidade absoluta e relativa, sendo feita sua contagem total em cada ovário. O valor total absoluto foi dividido pelo comprimento total do exemplar e obtido o valor resultante da fecundidade relativa, no qual é estimada a quantidade de ovócitos por centímetro de comprimento total da fêmea (Vazzoler, 1996).

A mensuração do diâmetro dos ovócitos foi realizada a partir de uma subamostragem, onde os ovócitos aleatoriamente selecionados foram mensurados partindo do maior diâmetro. Com os valores de diâmetro, os ovócitos foram enquadrados de acordo com as classes de tamanho e observados os lotes por meio de histograma.

### *Fator de condição*

A relação peso eviscerado e comprimento padrão foi calculada com todos os exemplares utilizados neste estudo, cujo dados passaram por transformação logarítmica, Os coeficientes linear (*a*) e angular (*b*) foram obtidos por meio de regressão linear simples, que posteriormente foram utilizados para o cálculo do fator de condição relativo (*Kn*) por meio da equação  $K=Pe/a^*Cp^b$  (Le Cren, 1951), no qual:

K = Coeficiente de Condição;

Cp = Comprimento padrão (cm);

*a* e *b* = Constantes da relação Peso-Comprimento;

Pe= Peso eviscerado (g)

Optou-se por utilizar o peso eviscerado para eliminar possível viés referente ao estado de estômago cheio e do peso das gônadas.

### *Análise da dieta*

A análise de dieta dos peixes ocorreu com base na identificação dos itens presentes no conteúdo estomacal, observados em microscópio estereoscópio. Em complemento, foram utilizadas chaves de identificação (Elmoor-Loureiro, 1997; Bicudo & Menezes, 2006; Hamada & Ferreira-Klepper, 2012; Hamada *et al.*, 2014), além de consulta com especialistas. Após a abertura dos estômagos foi registrado o Grau de Repleção (GR), por meio de estimativa visual, no qual o valor percentual de preenchimento do estômago será de 0% considerado vazio, 10%, 25%, 50%, 75% e finalmente 100% indicando estômago completamente cheio. O Volume Relativo (VR) foi estimado visualmente, observando a abundância relativa de cada item, onde o volume total foi considerado 100%. Posteriormente, os valores foram corrigidos pelo GR (Goulding *et al.*, 1988). A frequência de ocorrência (FO%) também foi feita, sendo a porcentagem de cada tipo de alimento consumido relacionada à quantidade total de estômagos com alimento (Hynes, 1950). Em seguida, os valores de Frequência de Ocorrência (FO) e Volume Relativo foram utilizados para calcular o índice de Importância Alimentar (IA $\hat{i}$ ) para a determinação da importância de cada tipo de alimento ingerido pelos indivíduos (Kawakami & Vazzoler, 1980) seguindo-se a fórmula:



Onde:

IA<sub>i</sub> = Índice Alimentar

*i* = 1, 2,,,, n = diferentes itens alimentares

F<sub>i</sub> = Frequência de ocorrência (%) do item *i*

P<sub>i</sub> = Volume (%) do item *i*

$$IA_i = \frac{F_i \times P_i}{\sum_{i=1}^n (F_i \times P_i)} \times 100$$

Foram considerados os itens que apresentaram valores de IA<sub>i</sub> superiores a 50% para a determinação da categoria trófica. Em casos de itens que não alcançaram os 50%, foram utilizados itens mais abundantes para serem somados, e dessa forma determinar a categoria trófica da população (Hynes, 1950).

#### *Identificação e contagem de parasitos*

Todos os exemplares passaram por inspeção visual minuciosa, na qual foram examinadas, primeiramente, a superfície do corpo de cada peixe de modo a identificar e contabilizar a presença de parasitos causadores da doença dos pontos pretos. De todos os peixes que continham metacercárias, cerca de 50% dos cistos foram removidos para confirmação da presença e identificação do parasito. O trato digestório e a bexiga natatória foram removidos e inspecionados. Os parasitos encontrados foram identificados ao nível de grandes grupos (Moravec, 1998) e armazenados em álcool 70%. Foi estimada a abundância a partir da contagem total de parasitos encontrados. O índice de prevalência dos parasitos foi estimado por meio de  $P = (HI/ HE) * 100$  (Bush *et al.*, 1997), onde:

P = prevalência;

HI = número de hospedeiros parasitados;

HE = número de hospedeiros examinados.

## *Análises estatísticas*

Os dados biométricos de comprimento total, comprimento padrão, peso total e peso eviscerado dos exemplares dos dois ambientes foram comparados por meio de teste *t* de Student.

As distribuições dos valores do índice de importância alimentar (IAi) da dieta foram comparadas por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Para comparar o fator de condição (Kn) dos exemplares entre os ambientes íntegros e alterados foi realizado teste *t* de Student. Para identificação das diferenças dos valores de fator de condição (Kn) dos exemplares existentes entre todos igarapés foi realizado teste não paramétrico Kruskal-Wallis, pois após os testes de normalidade e homoscedasticidade Shapiro Wilk ( $p = 0,0032$ ) e Fligner-Killeen ( $p = 0,0012$ ), respectivamente, os dados não atenderam as premissas para aplicação de testes paramétricos, mesmo após transformação logarítmica e do tipo Box Cox, optou-se pelo uso de teste Kruskal Wallis, seguida de teste *a posteriori* de Bonferroni (Zar, 1996) para comparação dos valores de fator de condição entre os igarapés prístinos (Reserva Ducke) e impactados (BR-174).

Foi realizado teste *t* de Student para constatar diferenças na abundância de parasitos do Filo Nematoda coletados nos exemplares dos dois ambientes.

A comparação da fecundidade relativa, fecundidade absoluta, assim como o tamanho médio dos ovócitos dos exemplares entre os dois ambientes foi feita por meio de teste *t* de Student. A comparação da distribuição do diâmetro médio das classes de tamanho dos ovócitos das fêmeas entre os ambientes foi feita com aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Todas as análises foram feitas com uso dos programas estatísticos R (R Development Core Team, 2007) e Past (Hammer *et al.*, 2001). O nível de significância adotado foi de 0,05%.

## V. RESULTADOS

### *Características ambientais dos igarapés*

Os igarapés da Ducke apresentam temperatura média relativamente baixa ( $24,26\text{ C}^\circ \pm 0,17$ ), águas ácidas ( $\text{pH } 3,8 \pm 0,49$ ), velocidade da água em torno de 0,24 metros/segundos, maior taxa de oxigênio dissolvido na água (32,4%). Enquanto os igarapés da BR-174 apresentaram  $28,15\text{ C}^\circ \pm 1,71$  de temperatura média,  $\text{pH } 5,05 \pm 0,53$ , velocidade d'água (medida a jusante da estrada) de 0,21 (m/seg) e menor taxa de oxigênio dissolvido (23,37%). Além disso, os igarapés amostrados na BR-174 apresentaram leito com predominância de areia e argila, enquanto os igarapés da Reserva Ducke apresentaram predominância de areia e liteira grossa formada por folhas, galhos e material orgânico em decomposição (Tabela S1 – Material suplementar).

### *Características biométricas dos exemplares*

Os exemplares coletados nos igarapés da Reserva Ducke e da BR-174 não apresentaram diferenças no comprimento total ( $t = -1,830$ ,  $p\text{-value} = 0,071$ ) e comprimento padrão ( $t = -1,830$ ,  $p\text{-value} = 0,057$ ). Porém, foram registradas diferenças quanto ao peso total ( $t = -4,808$ ,  $p\text{-value} = 7,4\text{e-}6$ ) e peso eviscerado ( $t = -4,114$ ,  $p\text{-value} = 8,5\text{e-}5$ ). Os exemplares da Ducke apresentaram maiores valores de peso total e eviscerado (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de Comprimento padrão (Cp), Comprimento total (Ct), Peso total (Pt) e Peso eviscerado (Pe), assim como desvio padrão ( $\pm$ ), tanto do total de exemplares quanto para machos e fêmeas de igarapés íntegros (Reserva Ducke) e alterados (BR-174).

	<b>N</b>	<b>Cp</b>	<b>Ct</b>	<b>Pt</b>	<b>Pe</b>
<b>Ducke</b>					
<b>Machos</b>	32	$7,7 \pm 1,3$	$9,8 \pm 1,6$	$11,1 \pm 5,9$	$9,4 \pm 4,9$
<b>Fêmeas</b>	28	$7,7 \pm 1,6$	$9,8 \pm 2$	$11,5 \pm 6,7$	$9,6 \pm 4,9$
<b>Total</b>	75	$7,7 \pm 1,5$	$9,8 \pm 1,8$	$11,3 \pm 6,3$	$9,5 \pm 4,9$
<b>BR-174</b>					
<b>Machos</b>	37	$7,1 \pm 1,2$	$8,9 \pm 1,2$	$7 \pm 2,9$	$6,1 \pm 2,6$
<b>Fêmeas</b>	23	$7,7 \pm 1,1$	$9,7 \pm 1,3$	$8,5 \pm 3,1$	$7,3 \pm 2,9$
<b>Total</b>	75	$7,3 \pm 1,2$	$9,2 \pm 1,3$	$7,5 \pm 3$	$6,5 \pm 2,7$

### Análise de dieta

Para as análises de conteúdo estomacal, foram inspecionados os estômagos de 120 exemplares, Todos os estômagos continham alimento, cujo grau de repleção variou de 20% a 100%. Os itens alimentares foram classificados em categorias de acordo com seu grupo taxonômico e/ou local de origem (autóctones e alóctones) (Tabela 2).

Para os exemplares da Reserva Ducke, foi notado o consumo majoritário de invertebrados de origem alóctone (78%), com destaque para insetos terrestres como Himenoptera, Hemiptera e Isoptera. Material vegetal também demonstrou relevância na composição da dieta, sendo a segunda categoria mais consumida (Figuras 5 e 6). Nos exemplares da BR-174, detritos foram predominantes na dieta (IAi 34,5%), invertebrados alóctones também tiveram participação relevante, com índice alimentar (IAi) = 25%. Algas filamentosas também compuseram parte importante da dieta nesses igarapés. Invertebrados autóctones também foram consumidos, mas em maior importância do que nos igarapés da Reserva Ducke (IA = 9,5%) e baixa frequência de ocorrência (FO = 40%) (Tabela 3).

Tabela 2. Itens alimentares distribuídos em suas respectivas categorias

Categoria	Itens alimentares
Invertebrado alóctone	Himenoptera, Hemiptera, Isoptera, Coleoptera, Odonata, Mantodea, Diptera, Ephemeroptera
Invertebrado autóctone	Diptera (pupa), Diptera (larva), Coleoptera (larva), Odonata (larva)
Material vegetal	Sementes, raízes, folhas
Detrito	Matéria orgânica particulada
Alga	Algas filamentosas
Crustáceos	Camarões, microcrustáceos

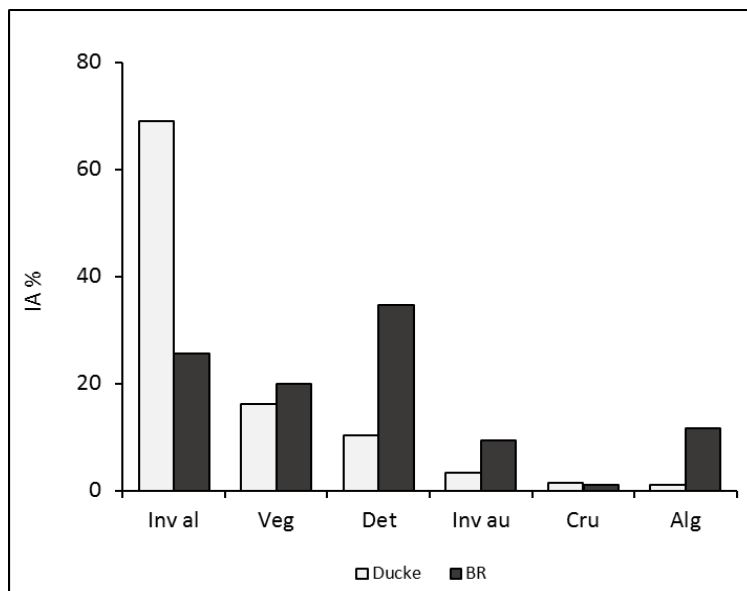


Figura 5. Índice alimentar das principais categorias de alimento consumida por exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados em igarapés prístinos (Reserva Ducke) e alterados pela rodovia (BR-174). Categorias: Invertebrado alóctone (Inv al); Invertebrado autóctone (In vau); Material vegetal (Veg; Detrito (Det); Algas (ALg); Crustáceos (Cru).

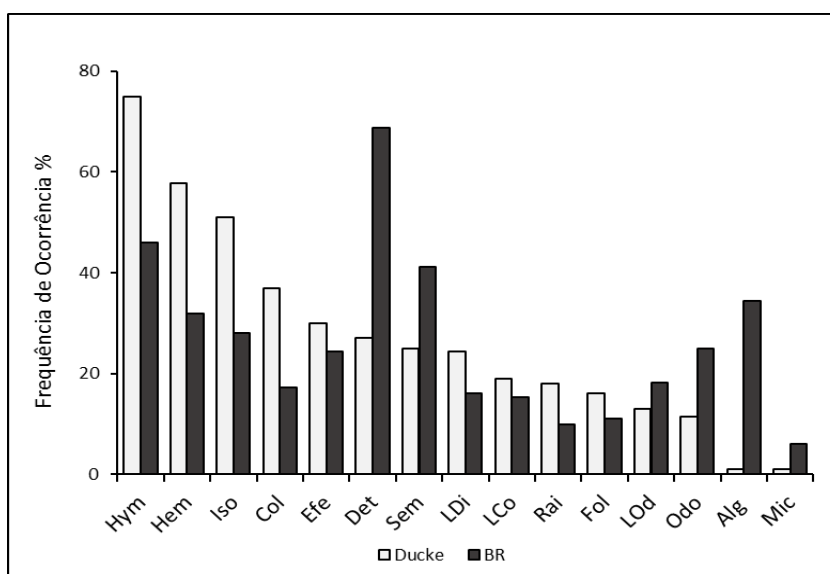


Figura 6. Frequência de ocorrência (FO%) de cada item alimentar predominante na dieta dos exemplares de *Bryconops giacopinii* da BR-174 e Reserva Ducke. Itens: Hym – Himenoptera; Hem – Hemiptera; Efe – Efemeroptera; Iso – Isoptera; Col – Coleoptera; Lar col – larva Coleoptera; LDi - larva Diptera; Odo – Odonata; LOd – larva Odonata; Det – detrito; Alg – alga; Sem – semente; Rai – raiz; Fol – folha; Mic – microcrustáceo.

Tabela 3. Valores em porcentagem do índice alimentar (IAi) e frequência de ocorrência (FO) dos itens nas categorias representativas

Item alimentar (categoria)	BR 174		Ducke	
	IAi%	FO%	IAi%	FO%
Invertebrado alóctone	25,5	64	68,9	98,7
Invertebrado autóctone	9,42	40	3,3	20
Material vegetal	19,99	48	16,1	28
Detrito	34,5	74	10,3	29,3
Alga	11,5	37	1	1
Crustáceo	1	1	1,4	4

#### Fator de condição relativo ( $K_n$ )

A relação peso-comprimento foi obtida a partir do total de exemplares coletados em cada ambiente, obteve-se os coeficientes **a** e **b** (Figura 7).

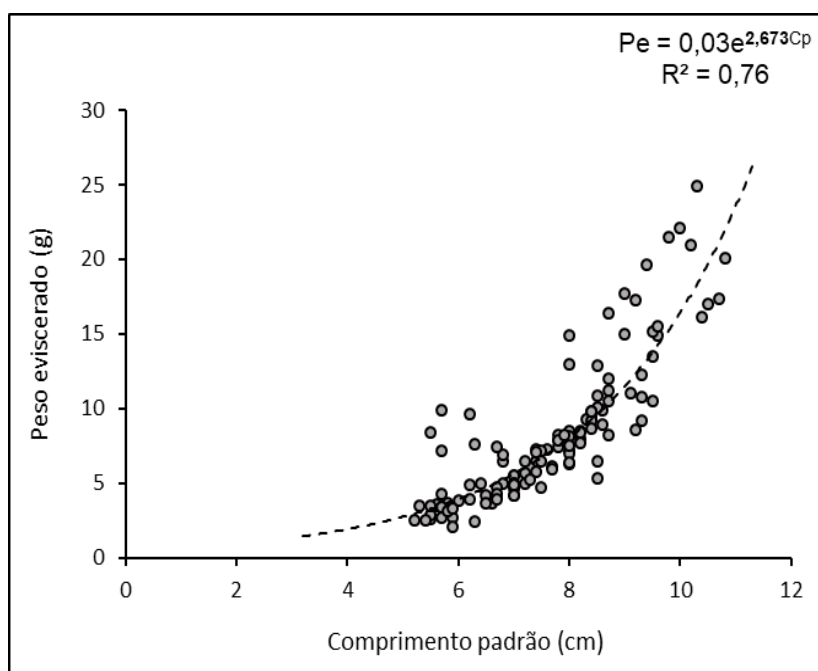


Figura 7. Relação do peso eviscerado e comprimento padrão de todos os exemplares de *Bryconops giacopinii* ( $N = 120$ ) coletados em igarapés que drenam para a bacia do Tarumã-Açu. Coeficientes da relação peso-comprimento **a** (0,03) e **b** (2,673).

Houve diferença significativa do fator de condição relativo dos peixes (Kn) entre os ambientes ( $t = -2,928$ ,  $p = 0,004$ ) com média maior para os peixes provenientes de igarapés prístinos (Reserva Ducke:  $K = 1,2 \pm 0,48$ ; BR-174:  $K = 1 \pm 1,2$ ) e entre todos igarapés (Kruskal Wallis,  $H = 46,98$ ,  $p = 5,6e-8$ ). Também foi observada variação do Kn nos peixes da Ducke (Figuras 8 e 9; Tabela 4).

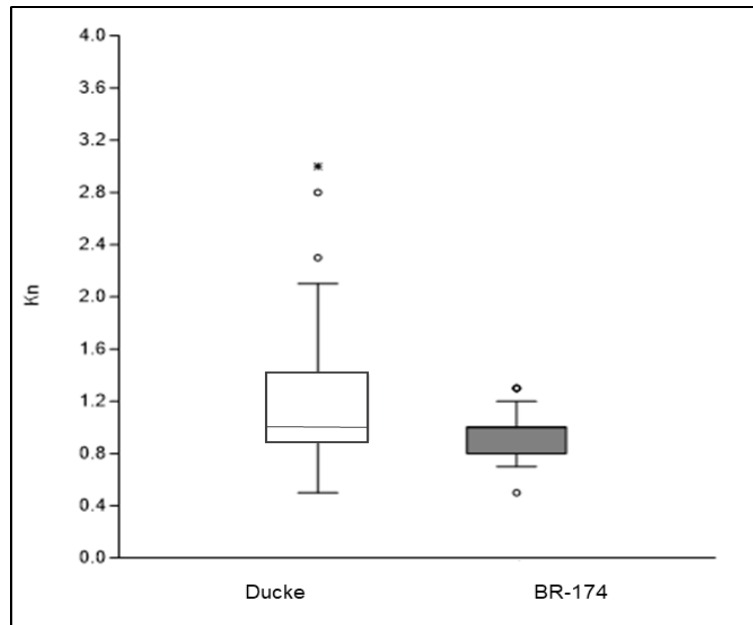


Figura 8. Medianas, variância e desvios interquartílicos do fator de condição relativo (Kn) dos exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados em igarapés prístinos (Reserva Ducke) e alterados (BR-174). Os círculos representam *outliers* na distribuição.

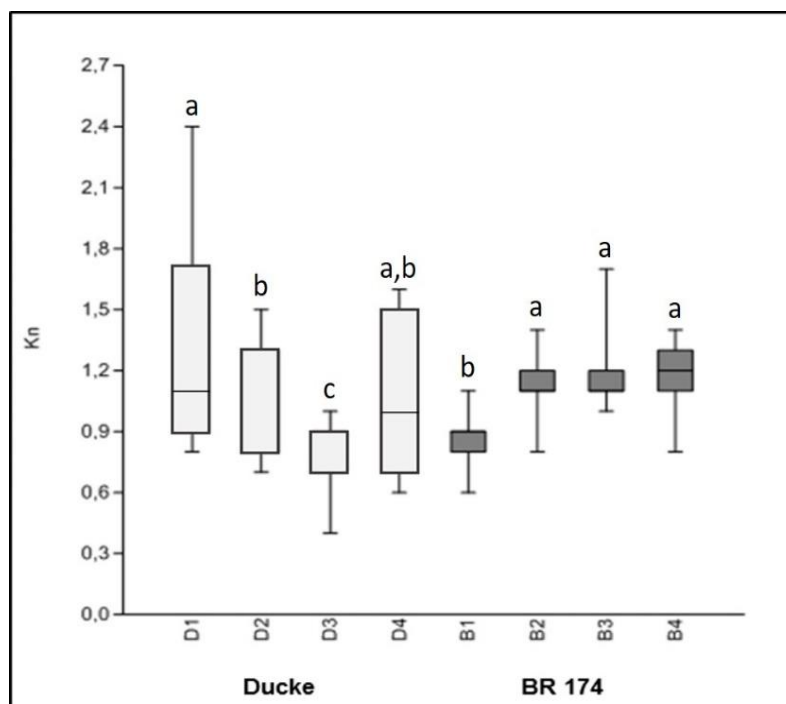


Figura 9. Representação gráfica do Kn dos exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados em igarapés prístinos (Reserva Ducke: D1, D2, D3 e D4) e em igarapés alterados (BR-174: B1, B2, B3 e B4). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios de Kn.

Tabela 4. Múltiplas comparações resultantes do teste Kruskal Wallis com aplicação do teste a posteriori de Bonferroni, a partir dos valores de Kn dos exemplares pertencente a cada igarapé representado pelos códigos D1, D2, D3 e D4 (Ducke) e B1, B2, B3 e B4 (BR-174).

	Reserva Ducke				BR-174			
	D1	D2	D3	D4	B1	B2	B3	B4
<b>D1</b>	-	<b>0,0396</b>	<b>5,9e-5</b>	0,252	<b>0,003</b>	0,914	0,817	0,833
<b>D2</b>	-	-	<b>0,009</b>	0,689	0,898	0,060	<b>0,037</b>	<b>0,05</b>
<b>D3</b>	-	-	-	<b>0,014</b>	<b>0,009</b>	<b>6,09e-6</b>	<b>3,6e-6</b>	<b>1,2e-5</b>
<b>D4</b>	-	-	-	-	0,284	0,7359	0,615	0,66
<b>B1</b>	-	-	-	-	-	<b>4,61e-5</b>	<b>1,2e-5</b>	<b>0,0001</b>
<b>B2</b>	-	-	-	-	-	-	0,876	0,378
<b>B3</b>	-	-	-	-	-	-	-	0,535
<b>B4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

#### *Parasitas e fator de condição relativo (Kn)*

Todos os peixes analisados apresentaram parasitos no trato digestório (Prevalência = 100%). Contudo, menos de 50% dos exemplares apresentaram parasitos alojados na bexiga natatória, sendo em sua totalidade pertencentes ao Filo Nematoda, com prevalência de 87,3%. Houve maior abundância de parasitos nematódeos nos exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados na BR-174 do que nos exemplares de igarapés prístinos da Reserva Ducke ( $t = 2,931$ ,  $p = 0,004$ ). A doença dos pontos pretos foi observada apenas em peixes oriundos da BR-174, com prevalência de 46,6%. Os parasitos se encontravam encistados na forma de metacercárias, as quais foram identificadas como pertencentes ao morfotipo *Neascus* (Trematoda: Diplostomatidae; Crassiphialine) (Niewiadomska, 2002).



Não foi constatada relação entre a abundância total de parasitos e o comprimento total dos exemplares coletados nos igarapés alterados pela rodovia BR-174 ( $R^2 = 0,08$ ;  $p = 0,07$ ) e tampouco para os exemplares de igarapés íntegros da Reserva Ducke ( $R^2 = 0,01$ ;  $p = 0,24$ ). No entanto, houve relação significativa, embora fraca, entre o fator de condição relativo (Kn) e abundância total de parasitos para os peixes coletados nos igarapés impactados pela rodovia ( $R^2 = 0,18$ ;  $p = 0,003$ ). Em peixes oriundos de igarapés íntegros (Reserva Ducke), os quais, não apresentaram parasitos trematódeos digenéticos, a relação foi testada entre o fator de condição relativo (Kn) e a abundância total de endoparasitos do trato digestório e da bexiga natatória, onde não houve relação entre as duas variáveis ( $R^2 = 0,03$ ;  $p = 0,142$ ; equação da regressão  $Y = -0,0275x + 1,254$ ).

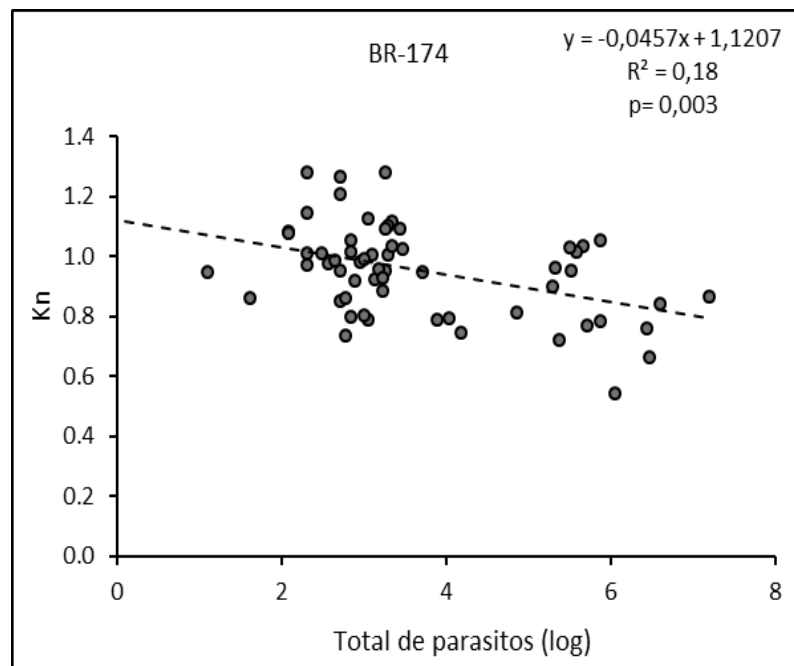


Figura 10. Relação entre total de parasitos (log) e o fator de condição relativo (Kn) para exemplares de *Bryconops giacopinii* coletados em igarapés impactados pela BR-174.

### Reprodução

### Tamanho de primeira maturação

O comprimento de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ), ao ser estimado para machos e fêmeas dos dois ambientes não apresentou diferença significativa. Em

igarapés da Reserva Ducke, machos iniciam a maturação sexual com 6,6cm ( $L_{100} = 10\text{cm}$ ) e fêmeas com 6,8cm ( $L_{100} = 8,8\text{cm}$ ), para os igarapés da BR-174 machos maturam com 6,6cm ( $L_{100} = 10\text{cm}$ ) e fêmeas com e 6,4cm ( $L_{100} = 10\text{cm}$ ).

#### *Fecundidade absoluta e relativa*

Para fêmeas provenientes da Ducke, a fecundidade absoluta apresentou valor médio de 867 ovócitos, e fecundidade relativa de 88 ovócitos/cm de comprimento total. Não houve relação entre a fecundidade absoluta e comprimento total ( $R^2 = 0,11$ ;  $p = 0,202$ ). Entre os peixes da BR-174, os valores médios de fecundidade absoluta e fecundidade relativa foram de 1483 e 142 ovócitos/cm, respectivamente. Houve relação significativa entre a fecundidade absoluta e comprimento total ( $R^2 = 0,34$ ;  $p = 0,02$ ) (Figura 11).

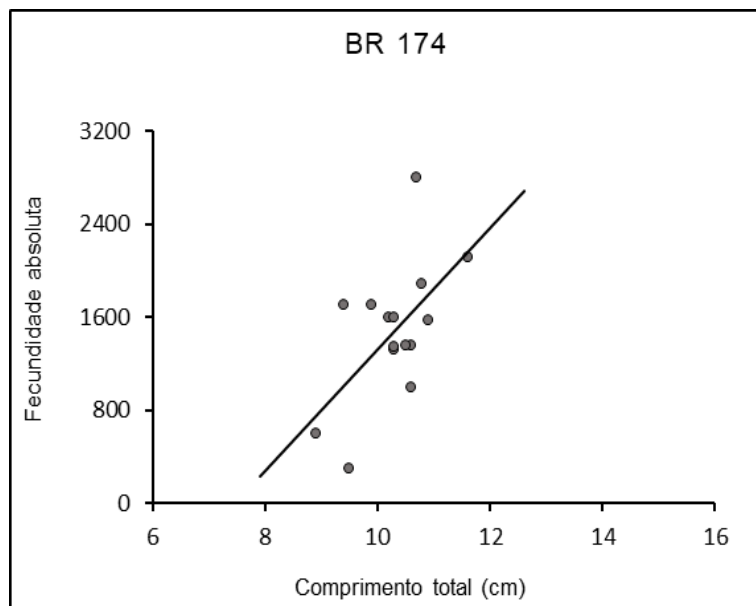


Figura 11. Relação entre a fecundidade absoluta e comprimento total de fêmeas dos igarapés da BR-174 ( $N = 15$ ;  $R^2 = 0,34$ ;  $p = 0,02$ ; equação  $Y = 522,81X - 3901,8$ ).

A fecundidade relativa das fêmeas de coletadas em igarapés alterados pela estrada foi significativamente maior do que a das fêmeas provenientes dos igarapés da Reserva Ducke (BR-174 =  $N$  de ovócitos de  $142 \pm 5,9$ , Ducke =  $N$  de ovócitos de  $88 \pm 3,9$ ;  $t = 3,172$ ;  $p = 0,00031$ ).

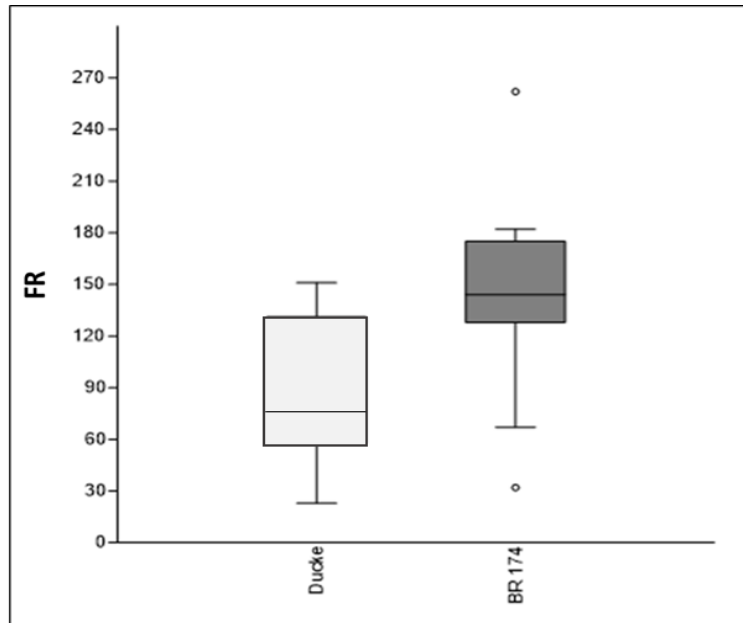


Figura 12. Comparação da fecundidade relativa (N de ovócitos/cm de comprimento total) entre fêmeas de *Bryconops giacopinii* de igarapés da BR-174 e Reserva Ducke.

#### *Diâmetro dos ovócitos*

De todas as fêmeas analisadas, o menor diâmetro de ovócito encontrado foi de 0,05mm e o maior foi de 1,97mm, ambos pertencentes a exemplares de igarapés íntegros (Reserva Ducke). Em exemplares da BR-174 os tamanhos mínimo e máximo foram de 0,15mm e 1,92mm, respectivamente. Não foi observada diferença entre o tamanho médio dos ovócitos presentes no lote vitelogênico (diâmetro acima de 1mm) entre as fêmeas da Reserva Ducke e da BR-174 ( $t = -2,456$ ;  $p = 0,71$ ). A distribuição de frequência por classes de diâmetro dos ovócitos das fêmeas da Reserva Ducke indica a produção de vários lotes de ovócitos, característico de desova parcelada (Figura 13). Por outro lado, as fêmeas da BR-174 apresentaram menos lotes de ovócitos em desenvolvimento, tendo maior concentração de ovócitos vitelogênicos (Figura 14). Porém, não foi constatada diferença significativa entre as distribuições médias por classes de frequência de diâmetros dos ovócitos entre as fêmeas das duas localidades (Kolmogorov-Smirnov,  $D = 43,6$ ;  $p = 0,786$ ) (Figura 15).

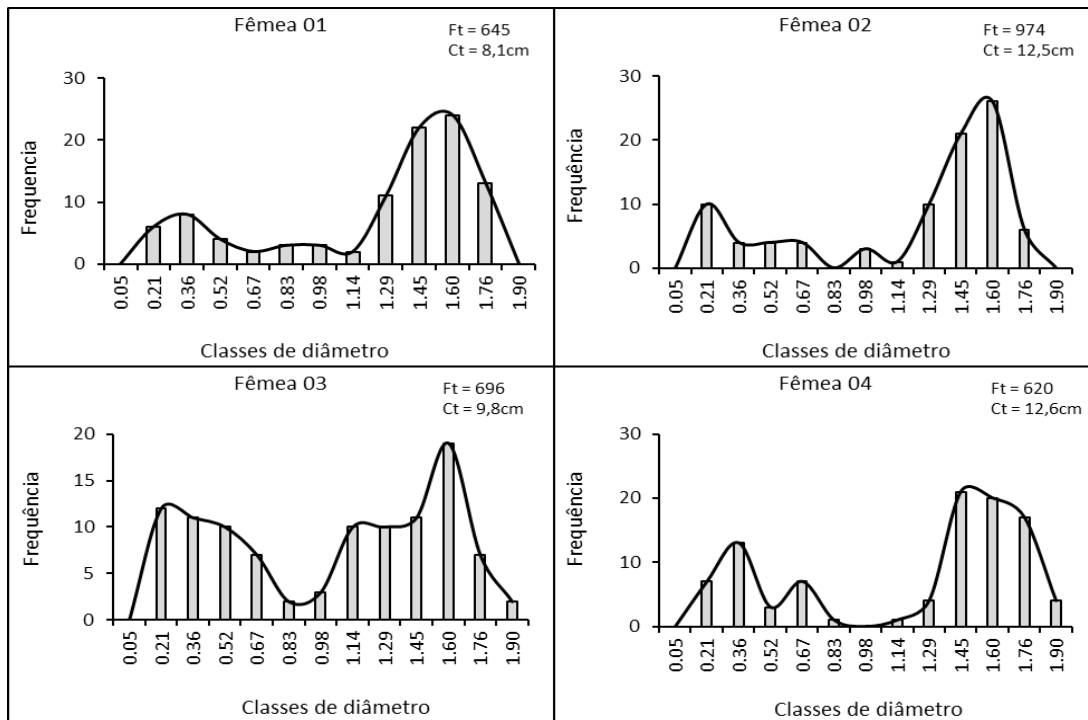


Figura 13. Distribuição de frequência de diâmetro dos ovócitos (mm) de fêmeas coletadas na Reserva Ducke. Predominância de vários lotes em desenvolvimento.

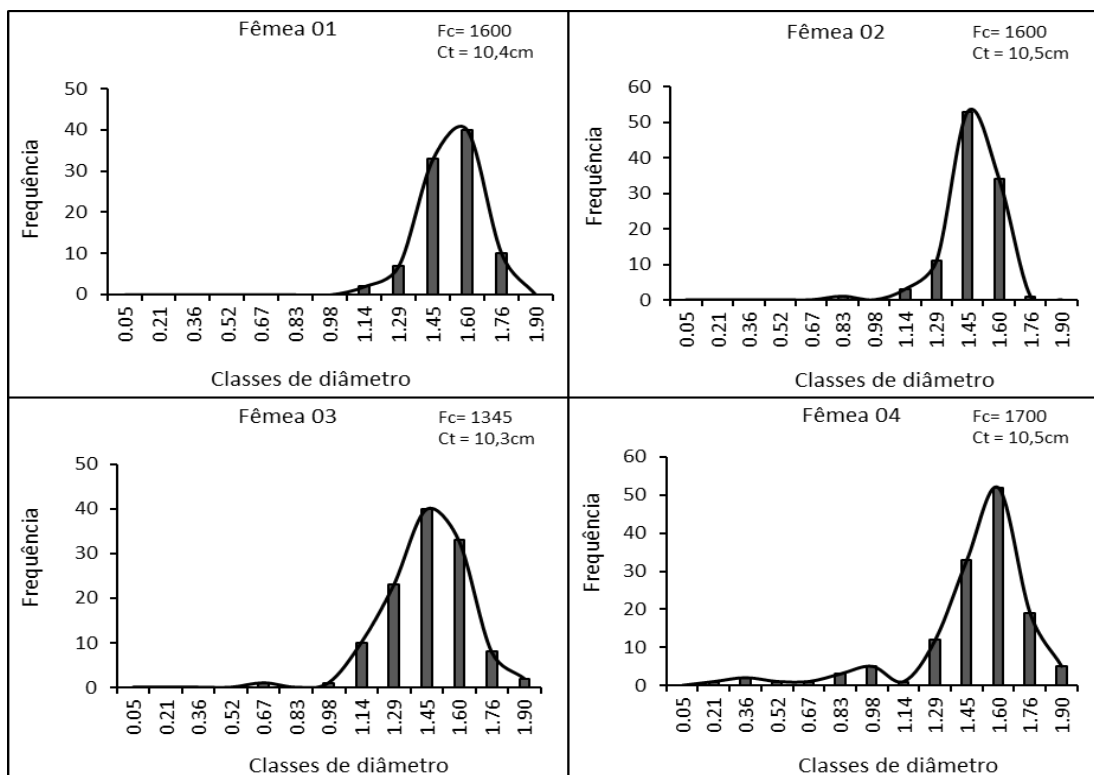


Figura 14. Distribuição de frequência de diâmetro dos ovócitos (mm) de fêmeas coletadas em igarapés da BR-174. Poucos lotes de ovócitos em desenvolvimento.

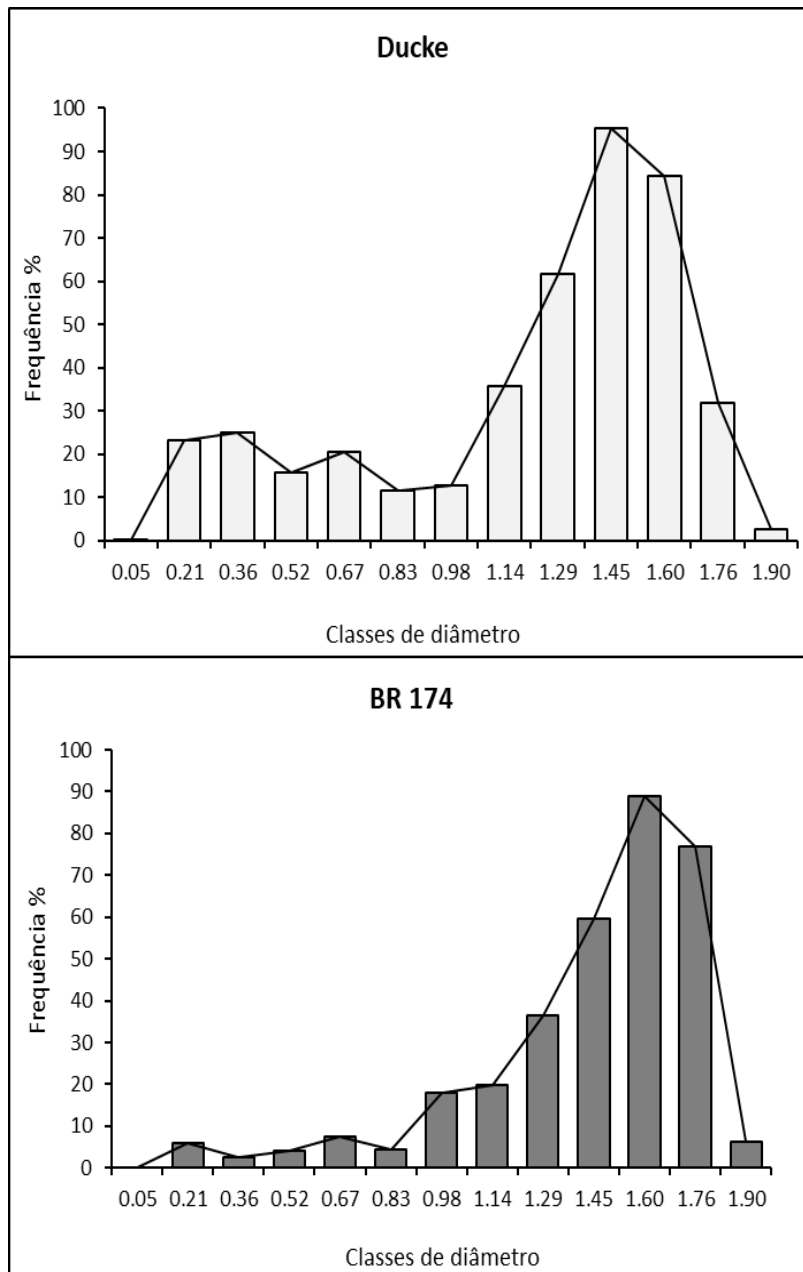


Figura 15. Distribuição de frequência do diâmetro médio dos ovócitos (mm) de todos os exemplares de *Bryconops giacopinii* pertencentes a cada ambiente, igarapés prístinos (Reserva Ducke) e igarapés interceptados pela rodovia BR-174.

## VI. DISCUSSÃO

O presente estudo comparou parâmetros biológicos e parasitológicos entre populações de *Bryconops giacopinii* amostradas em igarapés íntegros (Reserva Ducke) e alterados pelo represamento causado pela construção de uma rodovia (BR-174). Houve predomínio de insetos alóctones na dieta dos exemplares amostrados nos igarapés íntegros, enquanto os exemplares obtidos nos igarapés alterados consumiram proporções maiores de detritos. O fator de condição relativo (Kn) foi superior para as populações em igarapés íntegros. Parasitos digenéticos e nematódeos ocorreram com frequência e abundância muito maiores nos exemplares de igarapés alterados. Houve uma relação significativa, porém, fraca entre a abundância parasitária e o Kn nas populações presentes nos igarapés alterados na BR-174. A fecundidade (absoluta e relativa) das fêmeas foi significativamente mais alta entre os exemplares, além da ocorrência de relação positiva e significativa entre a fecundidade e o tamanho das fêmeas apenas nos igarapés alterados. Por outro lado, não houve diferença no diâmetro dos ovócitos entre as populações amostradas nos dois tipos de ambientes. Estes resultados indicam que as alterações causadas pelo represamento influenciaram significativamente alguns parâmetros biológicos e ecológicos das populações locais de *Bryconops giacopinii*. Entretanto, as diferenças observadas indicam que os efeitos negativos do represamento não são homogêneos para os diversos aspectos biológicos mensurados nas populações que ocupam os igarapés alterados pela rodovia BR-174.

Alterações no ambiente aquático desencadeiam uma série de efeitos sobre os organismos, em especial para os peixes (Goulart & Callisto, 2003). Esses efeitos podem ser observados na ocorrência com outros organismos, incomuns no ambiente natural, que por sua vez, afetam o estado corporal dos indivíduos. Ao serem confrontados com a alteração no ambiente, os peixes tendem a realizar mecanismos de ajustes (fisiológicos ou comportamentais) que eventualmente resultam na permanência no local e na possibilidade de completar seus ciclos de vida (Winemiller, 1989). Contudo, a persistência e geração de novos descendentes em um ambiente alterado tem estreita relação com sua capacidade de colonização do novo ambiente e com a eficiência de

exploração de novos tipos de recursos, bem como do seu potencial reprodutivo (Orsi *et al.* 2002; Veregue & Orsi 2003).

O estudo da dieta de *Bryconops giacopinii* demonstrou o seu amplo potencial de exploração de recursos tróficos, tanto em ambientes prístinos quanto em alterados. Para as populações amostradas em igarapés íntegros foi observado consumo de itens alimentares variados, com predominância de itens de origem animal alóctone, principalmente de insetos. A predominância desses artrópodes na dieta de peixes de igarapés pode estar relacionada à grande abundância desses invertebrados (Cardoso & Couceiro, 2017) insetos como formigas por exemplo, são amplamente distribuídos e abundantes em habitats de florestas tropicais, ocupando desde o dossel à serrapilheira (Carvalho & Vasconcelos, 2002; Correa *et al.*, 2006). Esses invertebrados sofrem a ação mecânica de fatores abióticos como chuva e vento, e acabam adentrando o canal dos igarapés, onde são consumidos pelos peixes (Esteves e Aranha, 1999).

Invertebrados autóctones também fizeram parte da dieta da espécie estudada, porém em baixa proporção nos dois ambientes. A ocorrência de invertebrados alóctones e autóctones na dieta pode ter relação não só com a abundância dos itens no ambiente, mas também com fatores ligados ao comportamento de forrageio. Barros *et al.* (2016) estudaram a dieta desta espécie em igarapés íntegros da Reserva Ducke, e observaram a predominância de insetos alóctones e a ocorrência de poucos insetos de origem autóctone. Esses autores observaram o posicionamento dos indivíduos nos terços médio e superior da coluna d'água durante o forrageio. A maior frequência de ocupação nesses dois estratos da coluna d'água pode explicar o maior consumo de invertebrados alóctones, uma vez que os indivíduos se encontram mais próximos dos recursos provenientes do dossel. Em complemento, a baixa ocorrência de invertebrados autóctones (principalmente formas larvais e ninfas) pode ser explicada pela ocupação destes em substratos mais profundos e em trechos de remanso com menor velocidade d'água (Walker, 1995; Fidelis *et al.*, 2008).

Para as populações provenientes dos igarapés alterados, a amplitude alimentar foi maior. Os indivíduos consumiram itens alimentares mais diversificados e em proporções mais equitativas, incluindo detrito

(predominante), sementes, algas e insetos (autóctones e alóctones). A ocorrência de insetos alóctones na dieta desses peixes pode indicar uma influência remanescente da floresta ripária, mesmo após a interceptação pela estrada que causou o alagamento do canal e à conseqüente morte da floresta ripária por afogamento. Em igarapés prístinos a cobertura da copa das árvores proporciona não somente alimentos de forma direta, mas também contribui para o sombreamento dos igarapés, diminuindo a incidência de luz solar no canal, caracterizando esses ambientes como oligotróficos (Vannote *et al.*, 1980). Nos igarapés alterados, a mortalidade das árvores da floresta ripária ocasionou alta exposição à luz solar, gerando maior produtividade primária (Gerking, 1994). Isso poderia explicar a presença em maiores proporções de algas compondo a dieta dos indivíduos nos igarapés alterados.

O afogamento da vegetação ripária e sua decomposição, somada à sedimentação do leito, contribuem para a maior proporção de detritos orgânicos nos igarapés alterados. Oliveira & Bennemann (2005) observaram presença expressiva de detrito orgânico na dieta de peixes de riachos urbanizados, onde constituíram o alimento principal para *Poecilia reticulata*. No presente estudo, a elevada participação de detrito orgânico na dieta de *Bryconops giacopinii* nos igarapés interceptados pela BR-174 provavelmente resulta dos hábitos alimentares generalistas e oportunistas dessa espécie, como é comum em peixes que habitam ambientes com flutuações sazonais e sujeitos a imprevisibilidades na oferta de alimento. Nessas situações, é comum que os peixes consumam um tipo de alimento na ausência de outro preferencial (Abelha *et al.*, 2001; Mazzoni & Rezende, 2003; Hahn & Cippra, 2006).

Muitas espécies da família Characidae são conhecidas por apresentar alta plasticidade trófica (Abelha *et al.*, 2001), como por exemplo, *Knodus moenkhausii* que apresentou dieta diferenciada e amplo espectro alimentar em função da sazonalidade e mudanças de microhabitat (Ceneviva-Bastos & Casatti, 2007). Do mesmo modo, indivíduos de *Bryconops giacopinii* apresentaram hábito generalista e oportunista, evidenciado pela capacidade de consumir uma ampla variedade de itens de origem diferentes, fato nitidamente constatado nas populações presentes nos igarapés alterados. Esta flexibilidade alimentar é de grande importância para espécies que vivem em ambientes que



sofreram alterações, que por sua vez, influenciam na disponibilidade dos alimentos (Hahn & Fuji, 2007). No entanto, o consumo majoritário de itens amplamente disponíveis, como detrito, material vegetal e algas, resulta em um baixo ganho energético e proteico, se comparado a alimentos de origem animal (Bowen *et al.*, 1995; Castro & Vari, 2004), o que pode afetar negativamente o fitness dos indivíduos (Cruz-Rivera & Ray, 2000). Como estratégia para suprir a demanda energética, os indivíduos acabam consumindo grandes quantidades do recurso alimentar disponível em relação ao peso corporal (Faria & Benedito, 2011). Algumas espécies desenvolvem adaptações fisiológicas para melhor assimilação de energia e nutrientes presentes nesses recursos (Fiori *et al.*, 2016). Neste sentido, a avaliação da composição da dieta e do estado corporal dos peixes são fundamentais para uma melhor compreensão sobre o quadro de bem-estar geral dos peixes (Vazzoler, 1996; Souza-Braga, 2005; Camara *et al.*, 2011).

Os indivíduos de *Bryconops giacopinii* demonstraram diferença significativa no fator de condição entre os dois tipos de ambientes. Os peixes coletados nos igarapés íntegros apresentaram melhores condições corporais quando comparados aos peixes dos igarapés alterados. Fiori *et al.* (2016) ao analisarem o fator de condição de pequenos caracídeos de lagos prístinos associado ao padrão alimentar, não identificaram diferenças ou diminuição do nível de bem-estar nesses peixes. Por outro lado, a queda do fator de condição em ambientes alterados pode ter relação com a atividade alimentar, conforme observado em espécies do gênero *Cichla* presentes em reservatório, cujo fator de condição foi reduzido em períodos de menor intensidade alimentar, além do período reprodutivo (Gomiero & Braga, 2003). Mudanças bruscas na dieta também podem influenciar o fator de condição, levando a diminuição do bem-estar. Fato observado por Pereira *et al.* (2016) quando avaliaram a dieta e a condição corporal de peixes de reservatório, os autores verificaram queda do fator de condição do lambari *Astyanax lacustris* quando esta modificou o hábito herbívoro para piscívoro. Com base nisso, é provável que alterações no padrão alimentar e redução no consumo de itens alimentares mais energéticos como insetos alóctones pelos indivíduos de *B. giacopinii* dos igarapés alterados tenham contribuído para a redução das condições corporais representadas pelo

fator de condição, uma vez que a alimentação atua como um forte influenciador do estado nutricional e corporal dos peixes (Vazzoler, 1996).

A condição corporal, quando reduzida, pode resultar em maior suscetibilidade a infecções por parasitos oportunistas, agravando mais ainda o estado de bem-estar desses indivíduos. Nesses casos, parte da energia ingerida pelo indivíduo é desviada para a manutenção dos parasitos, em detrimento da condição corporal do hospedeiro (Guidelli *et al.*, 2011). Pavanelli *et al.* (1998) sugerem que a alta abundância de parasitos pode trazer prejuízos ao hospedeiro. No entanto, para determinadas espécies de peixes que vivem em ambientes íntegros, como *Pterodoras granulosus* presentes em um trecho ainda natural do rio Paraná no qual não ocorreu efeito negativo da abundância de parasitos sobre o fator de condição, o que pode ser explicado pela relação parasito-hospedeiro ser mais antiga, indicando que o hospedeiro tenha se adaptado à intensidade da infrapopulação parasitária, sem efeitos deletérios marcantes na condição corporal (Dias *et al.*, 2004). É possível que esse tipo de relação menos danosa entre os parasitos e hospedeiros esteja ocorrendo com *B. giacopinii* em igarapés da Reserva Ducke, no qual não foi notada relação negativa da abundância de parasitos nematódeos com o fator de condição. Por outro lado, houve uma relação significativa e negativa entre o total de parasitos (principalmente metacercárias encistadas na pele) e o fator de condição em peixes coletados nos igarapés alterados. Hoffman (1956) destaca os prejuízos causados por parasitos digenéticos, em especial os causadores da doença dos pontos pretos, com efeitos negativos sobre o crescimento e ganho de peso dos peixes, além de causar mortalidade de indivíduos jovens quando em maior abundância (Harrison & Hadlley, 1982; Cairns *et al.*, 2005).

Além da condição corporal, a ocorrência dos parasitos digenéticos pode estar ligada às condições ambientais (Flores-Lopes & Thomaz, 2011), como de ambientes com condições de águas lânticas (Ondracková *et al.*, 2004). Além disso, altas temperaturas da água favorecem o surgimento desses parasitos nos peixes, uma vez que facilitam a ocorrência de condições ambientais necessárias para a proliferação de moluscos, que atuam como primeiro hospedeiro intermediário desses trematódeos e sustentam o complexo ciclo de vida desses organismos (Flores-Lopes, 2014). Esses fatores podem explicar a aparente

ausência da doença dos pontos pretos nos igarapés da Ducke e sua elevada abundância em peixes oriundos da BR-174, onde a temperatura da água (em torno de 28 °C) é notavelmente mais alta do que a registrada em igarapés prístinos (média de 24°C).

A atividade reprodutiva consiste no evento mais importante para os indivíduos, pois é o que garante a sucessão dos genes distribuídos em descendentes aptos, viabilizando a manutenção populacional (Wootton, 1990; Vazzoler, 1996). É para esta fase que o indivíduo se prepara para obtenção do máximo de energia possível, sendo direcionada ao crescimento e desenvolvimento gonadal. Em complemento, os indivíduos podem estocar a energia obtida no período de maior disponibilidade de alimento na forma de gordura, para ser utilizada em períodos de menor disponibilidade de fontes energéticas convencionais, garantindo o suficiente para a manutenção metabólica e a reprodução (Vazzoler, 1996; Bennemann *et al.*, 1996; Dourado & Benedito-Cecílio, 2005).

Pressões causadas por fatores abióticos (como mudanças no habitat) e bióticos (interações com outros organismos) são fatores que podem contribuir para que o indivíduo inicie seu período reprodutivo precocemente, o que aumentaria a probabilidade de geração de descendentes (Vazzoler, 1996). Esse tipo de influência reflete no tamanho de primeira maturação, indicando o momento no qual o indivíduo estará apto a se reproduzir (Stearns, 1993). Este fato pôde ser observado em fêmeas de *Bryconops giacopinii* coletadas nos igarapés alterados pela rodovia, estas apresentaram tamanho de primeira maturação ligeiramente menor quando comparadas às fêmeas coletadas em igarapés íntegros. Entretanto, todos os indivíduos avaliados neste estudo apresentaram maturação com cerca de 66% do comprimento total. Winemiller (1989) destaca que antecipar a maturação gonadal pode ser uma tática eficiente para a manutenção da população no novo ambiente, garantindo o ciclo reprodutivo dos indivíduos.

Em ambientes alterados, mudanças na temperatura, variações de pH e salinidade podem afetar os aspectos reprodutivos de peixes, interferindo no crescimento das fêmeas, na fecundidade ou no desenvolvimento dos ovócitos,

(Orsi *et al.*, 2002). Diante disso, foi perceptível grande diferença na fecundidade, tanto absoluta quanto relativa, sendo maior entre as fêmeas dos igarapés alterados, porém, sem apresentar diferença quanto ao diâmetro dos ovócitos e comprimento total em relação às fêmeas dos igarapés prístinos.

Segundo Cardoso (2012) a espécie *Bryconops giacopinii* apresenta desova parcelada. No presente estudo, as fêmeas dos igarapés alterados indicaram tendência de possíveis ajustes quanto ao tipo de desova, apresentando maior concentração de ovócitos no lote vitelogênico, característica próxima de desova total. Enquanto as fêmeas das populações coletadas em ambiente íntegro apresentaram, em sua totalidade, vários lotes de ovócitos em desenvolvimento. Vale ressaltar que no presente estudo as informações apresentadas sobre uma possível variação quanto ao tipo de desova entre os ambientes se referem apenas a um registro do momento do estudo, não foi realizada investigação das táticas reprodutivas acompanhando o ciclo completo da espécie estudada, o que garantiria maior convicção sobre tipo de desova.

Santos (2012) constatou alterações no comprimento de primeira maturação, diâmetro dos ovócitos e/ou na fecundidade dos peixes em um rio alterado por um empreendimento hidrelétrico. Essas mudanças nos parâmetros reprodutivos indicam maior flexibilidade dos indivíduos de se ajustarem frente aos impactos ambientais do represamento do rio, garantindo a própria sobrevivência e a possível geração de descendentes viáveis, bem como do estabelecimento das populações no novo ambiente. Neste sentido, as pressões desempenhadas por fatores bióticos e abióticos atuam selecionando os indivíduos que empreendem maior esforço energético para aumentar o *fitness* (Wootton, 1990; Stearns, 1993), o que poderia explicar a maior fecundidade observada entre as fêmeas da *Bryconops giacopinii* provenientes dos igarapés alterados pela BR-174.

## Considerações finais

O presente estudo demonstrou que populações de *Bryconops giacopinii* provenientes de igarapés alterados pela construção da rodovia BR-174 tiveram sua dieta modificada, reduzindo a proporção de invertebrados alóctones e aumentando a participação de alimentos de origem autóctone, principalmente detritos. Tais modificações decorrem das mudanças ambientais resultantes do represamento do igarapé a montante da estrada, que afogou permanentemente a vegetação ripária original, causando a sua morte e aumentando a incidência solar sobre o ambiente aquático, gerando maior oferta de detrito e demais alimentos autóctones. Essas alterações na dieta podem ter influenciado nos menores valores de fator de condição observados entre os indivíduos provenientes dos igarapés alterados. Essa pior condição de bem-estar pode ser parcialmente relacionada à maior carga parasitária nesses indivíduos do que naqueles provenientes de igarapés prístinos, em decorrência de uma maior vulnerabilidade às infecções. Entretanto, essa pode ser uma relação de mão dupla, já que a maior infecção parasitária também contribuiu para uma pior condição corporal nos peixes.

Surpreendentemente, as fêmeas das populações dos igarapés alterados apresentaram maior fecundidade absoluta e relativa do que as provenientes dos igarapés prístinos da Reserva Ducke, sem que tenha havido diferença no diâmetro dos ovócitos e no tamanho do corpo entre as populações dos dois ambientes (alterados e íntegros). É possível que o aumento na fecundidade das fêmeas nos igarapés alterados seja um reflexo da maior previsibilidade na oferta de alimento nesses ambientes, assim como do menor gasto energético para captura de alimentos mais abundantes, considerando também, o menor esforço para natação dos indivíduos em ambiente lótico, dessa forma, conferindo mais energia, que por sua vez, é direcionada para maior produção de ovócitos. Por outro lado, não se pode descartar a possibilidade de que essa maior fecundidade represente uma resposta adaptativa aos impactos ambientais locais, na forma de um maior investimento na geração de filhotes, cuja taxa de sobrevivência pode ser menor no ambiente alterado.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abelha, M. C. F.; Agostinho, A. A.; Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum – Biological Sciences*, v. 23, n. 2, p. 425-434.
- American Veterinary Medical Association (AVMA). 2013. *AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals*. 102 p.
- Agostinho, A. A.; Barbieri, G.; Verani, J. R.; Hahn, N. S. 1990. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no Rio Paranapanema, Porecatu, PR. *Ciência e Cultura – Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, v. 42, n 9, p. 711-714.
- Amato, J. F. R.; Boeger, W. A; Amato, S. B. 1991. *Protocolos para laboratório: coleta e processamento de parasitas de pescado*. Imprensa Universitária, Rio de Janeiro, Brasil. 77p.
- Araujo, V. C. 1967. A Reserva Florestal Ducke (Manaus): características e principais elementos florísticos e faunísticos protegidos. *Atas do simpósio sobre a Biota Amazônica* (Conservação da Natureza e Recursos Naturais). 7: 57 – 68.
- Barros, G.; Zuanon, J.; Deus, C. 2016. Effects of species co-occurrence on the trophic-niche breadth of characids in Amazon forest streams. *Journal of Fish Biology*, doi:10.1111/jfb.13183.
- Beltrão, H.; Magalhães, E. R. S.; Costa, S. B.; Loebens, S. C.; Yamamoto, K. C. 2018. Ichthyofauna of the major urban forest fragment of the Amazon: Surviving concrete and pollution. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 13, p. 124-137.
- Bennemann, S. T.; Orsi, M. L.; Shibatta, O. A. 1996. Atividade alimentar de espécies de peixe do rio Tibagi, relacionada com o desenvolvimento de gordura e das gônadas. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(2): 501-512.
- Bicudo, C. E. M. & Menezes, M. 2006. *Gênero de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. 2 ed. São Carlos: RIMA. 502p.
- Bowen, S. H.; Lutz, E. V.; Ahlgren, M. O. 1995. Dietary protein and energy as determinants of food quality: Trophic strategies compared. *Ecology*, 76:899-907.

- Braga, F. M. S. 2005. Feeding and condition factor of characidiin fish in Ribeirão Grande system, Southeastern Brazil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, v. 27, n. 3, p. 271–276.
- Brown-Peterson, N. J.; Wyanski, D. M.; Saborido-Rey, F.; Macewicz, B. J.; Lowerre-Barbieri, S. K. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*. 3: 52–70.
- Buhrheim, C. M. & Cox-Fernandes, C. 2001. Low seasonal variation of fish assemblages in Amazonian rain forest stream. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 12(1): 65-78.
- Bush, A. O.; Lafferty, K. D.; Lotz, J. M.; Shostak, A. W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms. *Journal of Parasitology*, 83(4): 575-583.
- Cardoso, G. H. 2012. *Ecologia reprodutiva de peixes de riachos da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Brasileira*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 72 pp.
- Cardoso, A. C. & Couceiro, S. R. M. 2017. Insects in the diet of fish from Amazonian streams, in western Pará, Brazil. *Marine and Freshwater Research*, <http://dx.doi.org/10.1071/MF16173>
- Cairns, M. A.; Ebersole, J. L.; Bake, J. P.; Wigington Jr., P.J.; Lavigne, H. R.; Davis, S. M. 2005. Influence of summer stream temperatures on black spot infestation of juvenile Coho Salmon in the Oregon Coast Range. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 134, n. 6, p. 1471-1479.
- Carvalho, K. S. & Vasconcelos, H. L. 2002. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 46(2): 115-121.
- Castro, R. M. C. & Vari, R. P. 2004. Detritivores of the South American fish family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): A phylogenetic and revisionary study. *Smithsonian contributions to Zoology*, 622: 1-200.

- Ceneviva-Bastos, M. & Casatti, L. 2007. Oportunismo alimentar de *Knodus moenkhausii* (Teleostei, Characidae): uma espécie abundante em riachos do noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Iheringia, Série Zoological*, 97(1):7-15.
- Camara, E. M.; Charamaschi, E. P.; Petry, A. C. 2011. Fator de condição: bases conceituais, aplicações e perspectivas de uso em pesquisas ecológicas com peixes. *Oecologia Australis*, 15(2): 249-274.
- Chevin, L. M.; Lande, R.; Mace, G. M. 2010. Adaptation, plasticity, and extinction in a changing environment: towards a predictive theory. *Plos Biology*, 8(4): 1-8e1000357.
- Correa, M. M.; Fernandes, W. D.; Leal, I. R. 2006. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do pantanal sul mato-grossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. *Neotropical Entomology*, 35(6):724-730.
- Cruz-Rivera, E. & Hay, M. E. 2000. Can quantity replace quality? Food choice, compensatory feeding, and fitness of marine mesograzers. *Ecology*, 81:201-219.
- Dias, P. G.; Furuya, W. M.; Pavanelli, G. C.; Macado, M.H.; Takemoto, R. M. 2004. Carga parasitária de *Rondonia rondoni*, Travassos, 1920 (Nematoda, Atractidae) e fator de condição do armado, *Pterodoras granulosus*, Valenciennes, 1833 (Pisces, Doradidae). *Acta Scientiarum - Biological Sciences*. v. 26, n. 2, p. 151-156.
- Dourado, E. C. S. & Benedito-Cecílio, E. 2005. *Ecologia energética de peixes: influência de fatores bióticos e abióticos*. Maringá: UEM, Coleção Fundamentum, 16. 53p.
- Elmoor-Loureiro, L. M. A. 1997. *Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil*. Brasília: Universa. 156p.
- Esteves, K. E. & Aranha, J. M. R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riacho. In: Caramaschi, E.P. & Peres-Neto, P.R. (eds). *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, PPEG-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 6: 157 – 182.



- Faria, A. C. A. & Benedito, E. 2011. Quality and digestibility of food ingested by various trophic fish groups in the Upper Paraná River floodplain. *Revista Biologia Tropical*, 59 (1): 85-101.
- Fearnside, P. M. 2005. Desmatamento na Amazônia Brasileira: História, índices e consequências. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 113–123.
- Fearnside, P. M. 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 3, p. 395–400.
- Fearnside, P. M. & Graça, P. M. L. A. 2009. Br-319: a rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central. *Novos Cadernos NAEA*, v. 12, n. 1, p. 19–50.
- Fearnside, P. M. 2010. Consequências do Desmatamento da Amazônia. *Scientific American Brasil*, v. 6, p. 54–59.
- Ferreira, A.; Paula, F. R. P.; Ferraz, S. F. B.; Gerhard, P.; Kashiwaqui, E. A. L.; Cyrino, J. E. P. & Martinelli, L. A. 2012. Riparian coverage affects diets of characids in Neotropical streams. *Ecology Freshwater Fish*, 21:12-22.
- Fidelis, L.; Nessimian, J. L.; Hamada, N. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, v. 38(1): 127-134.
- Fiori, L. F.; Alves, G. H; Hahn, N. S.; Benedito, E. 2016. Influence of feeding plasticity on the fitness small Neotropical characids. *Iheringia, Série Zoologia*, 106: e2016006.
- Flores-Lopes, F. & Thoma z, A. T. 2011. Assessment of environmental quality through analysis of frequency of the black spot disease in an assemblage of fish, Guaíba Lake, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 4, p. 915-923.
- Flores-Lopes, F. 2014. The occurrence of black spot disease in *Astyanax aff. Fasciatus* (Characiformes: Characidae) in the Guaíba Lake basin, RS, Brazil. *Brazilian Journal Bioliology*, v. 74, n. 3, p. S127-S134.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 22, n. 4, p. 241–253.

- Gerking, S. D. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press. San Diego. 416p
- Guidelli, G.; Tavechio, W. L. G.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2011. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 177(1-2):145-151.
- Goch, Y. G. D. F. 2007. *Efeitos Do Assoreamento Sobre As Comunidades De Peixes De Igarapés Da Bacia Do Rio Urucu, Coari, Amazonas, Brasil*. Tese de Doutorado, Biologia Tropical e Recursos Naturais, INPA/UFAM, Manaus. 98 p.
- Gomiero, L. M. & Braga, F. M. S. 2005. The condition factor of fishes from two river basins in São Paulo state, Southeast of Brazil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 27(1):73-78.
- Gomiero, L.; Villares-Junior, G. A.; Braga, F. M. S. 2010. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropical*, v. 10, n. 1, p. 101-105.
- Gomiero, L. M.; Braga, F. M. S. 2003. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, Rio Grande – MG/SP. *Acta Scientiarum: Biological Science*, 25(1):79-86.
- Goulart, M. & Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*. ano 2, n 1.
- Goulding, M.; Carvalho, M. L.; Ferreira, E. G. 1988. *Rio Negro: rich life in poor water*. Amazonian diversity and ecology as seen through fish communities. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands. 200 p.
- Hamada, N. & Ferreira-Klepper, R. L. 2012. *Guia ilustrado de insetos aquáticos e semiaquáticos da Reserva Florestal Ducke*. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, v.1. 198p.
- Hamada, N.; Nessimian, J. L.; Querino, R. B. 2014. *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: INPA. 724p.

- Hammer, Ø.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics soft-ware package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1): 9pp.
- Hahn, N. S. & Cippra, V. E. 2006. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. *Neotropical Ichthyology*, 4(3):357-362.
- Hahn, N. S. & R. Fugii. 2007. Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. *Oecologia Brasiliensis*, 11: 469-480.
- Harrison, E. J. & Hadley, W. F. 1982. Possible effects of black-spot disease on northern pike. *Transactions of the American Fisheries Society*, New York. v. 111, n. 1, p. 106-109.
- Hoffman, G. L. 1956. The life cycle of *Crassiphiala bulboglossa* (Trematoda: Strigeida). Development of the metacercaria and cysts, and effect on the fish hosts. *Journal Parasitology*, v. 42, n. 3, p. 435-444.
- Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19: 36 – 58.
- Junk, W. J. 1983. As águas da Região Amazônica. In: Salati, E., Schubart, H. O. R., Junk, W. J. E Oliveira, A. E. (Eds.). *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. CNPq/Brasiliense, São Paulo. p. 41 – 100.
- Knöppel, H. A. 1970. Food of Central Amazonian Fishes: Contribution to the nutrient-ecology of amazonian rain-forest-streams. *Amazoniana*, 2(3): 257 – 352.
- Karr, J. R.; Angermeier, P. L. 1986. Assessing biological integrity in running waters a method and its rationale. *Illinois Natural History Survey*, p. 31.
- Kawakami, E. & Vazzoler, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo. 29 (2): 205-207.
- Laurance, W. F.; Camargo, J. L. C.; Luizão, R. C. C.; Laurance, S. G.; Pimm, S. L.; Bruna, E. M.; Stouffer, P. C; Williamson, G. B.; Benítez-malvido, J.;

- Vasconcelos, H. L. ; Van houtan, K.S.; Zartman, C. E.; Boyle, S. A.; Didhamm, R. K.; Andrade, A.; Lovejoy, T. E. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*, 144(1):56-67.
- Le Cren, E. D. 1951. The length-weight and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal Animal Ecology*, 20: 201 –219.
- Lemos, J. R. G.; Tavares-Dias, M.; Sales, R. S. A.; Nobre-Filho, G. R. Fim, J. D. I.; 2007. Parasitos nas brânquias de *Brycon amazonicus* (Characidae, Bryconinae) cultivados em canais de igarapé do Turumã-Mirim, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, v. 29, p. 217 –222.
- Lefèvre, T.; Adamo, S. A.; Biron, D. G.; Missé, D.; Hughes, D.; Thomas, F. 2009. Chapter 3 Invasion of the Body Snatchers: The Diversity and Evolution of Manipulative Strategies in Host–Parasite Interactions. *Advances in Parasitology*, 68: 45-83.
- Lima, N. R. W.; Azevedo, J. S.; da Silva, L. G.; Dansa-Petretski, M. 2007. Parasitic castration, growth, and sex steroids in the freshwater bonefish *Cyphocharax gilbert* (Curimatidae) infested by *Riggia paranensis* (Cymothoidea). *Neotropical Ichthyology*, 5(4): 471 - 478.
- Lima, N.R.W. 2014. *Histórias de castradores parasitários e seus hospedeiros*. Technical Books, Rio de Janeiro. 96pp.
- Lima-Junior R., S. E. & G. 2006. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no Rio Piracicaba (SP, Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 32, n. 1, p. 87–94.
- Lizama, M. D. L. A P.; Ambrósio, A. M. 2002. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian journal of biology*, v. 62, n. 1, p. 113–124.
- Mazzoni, R. & Rezende, C. F. 2003. Seasonal diet shift in a Tetragonopterinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba river, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(1):69-74.
- Madi, R. R.; Silva, M. S. R. 2005. *Contraecum* Railliet & Henry, 1912 (Nematoda, Anisakidae): o parasitismo relacionado à biologia de três espécies

de peixes piscívoros no reservatório do Jaguari, SP. *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 7, n. 1, p. 15–24.

Mello, F. T. & Eguren, G. 2008. Prevalence and intensity of black-spot disease in fish community from a subtropical stream (Santa Lucia river basin, Uruguay). *Limnetica*, 27 (2): 251-258

Mendonça, F. P. 2010. *Níveis de similaridade entre assembléias de peixes em riachos de terra firme: padrões locais, coexistência em mesoescala e perspectivas macroregionais na Amazônia Brasileira*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia. INPA. Manaus. 153p.

Mendonça, F. P., Magnusson, W. E. & Zuanon, J. 2005. Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of Central Amazonia. *Copeia*, 4, 750 – 763.

Moravec, F. 1998. *Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region*. Academia Publishers, Praha. 464 pp.

Moreira, L. A.; Yamada, F. H.; Ceschini, T. L.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. 2010. The influence of parasitism on the relative condition factor (Kn) of *Metynnis lippincottianus* (Characidae) from two aquatic environments: The upper Parana river floodplain and Corvo and Guairacá rivers, Brazil. *Acta Scientiarum-Biological Sciences*, v. 32, n. 1, p. 83–86.

Niewiadomska, K. 2002. Superfamily Diplostomoidea Poirier, 1886. *In*: Gibson, D. I. *et al.* (Ed.). *Keys to the Trematoda*. CABI Publishing. v. 1, p. 159-166.

Oliveira, D. C. & Benneman, S. T. 2005. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica*. v5 (n1) – BN0290501

Ondračková, M.; Bartosová, S.; Valová, Z.; Jurajda, P.; Gelnar, M. 2004. Occurrence of black-spot disease caused by metacercariae of *Posthodiplostomum cutícula* among juvenile fishes in water bodies in the Morava River basin. *Acta Parasitologica*, vol. 49, no. 3, p. 222-227.

- Orsi, M. L.; Shibatta, O. A.; Silva-Souza, A. T. 2002. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis. *A bacia do Rio Tibagi*. Londrina, 595p.
- Pazianoto, L. H. R.; Cionek, V. M.; Fogaça, F. N. O.; Benedito, E. 2016. Feeding and body condition of an invasive fish species under different environmental conditions. *Neotropical Ichthyology*, v. 14, n. 1, p. 279–287.
- Pazin, V. F. V; Magnusson, W. E; Zuanon, J. & Mendonça, F. P. 2006. Fish assemblages in temporary ponds adjacent to ‘terra-firme’ streams in Central Amazonia. *Freshwater Biology*, 51: 1025 – 1037.
- Pavanelli, G. C. 1998. *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. Maringá: Eduem, p 264.
- Pereira, L. S.; Agostinho, A. A.; Delariva, R. L. 2016. Effects of river damming in Neotropical piscivorous and omnivorous fish: feeding, body condition and abundances. *Neotropical Ichthyology*, 14(1): e150044.
- Quist, M. C.; Bower, M. R.; and Hubert, W. A. 2007. Infection by a black spot-causing species of *Uvulifer* and associated opercular alterations in fishes from a high-desert stream in Wyoming. *Diseases of Aquatic Organisms*, v. 78, p. 129-136.
- Rosim, D. F.; Ceccarelli, P. S.; Silva-Souza, A. T. 2005. Parasitismo de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) por *Quadrigyrus machadoi* Fábio, 1983 (Eoacanthocephala, Quadrigyridae) de uma lagoa em Aguaí, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia*, v. 14, p. 147–153.
- Santos, E. F. et al. 2013. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. *Acta Amazonica*, v. 43, n. 1, p. 105–112.
- Santos, R. N. 2012. *Estratégias reprodutivas de peixes de um rio impactado por empreendimento hidrelétrico na amazônia central* Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 112 pp.

Silva, C. P. D. 1993. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 23(2-3): 271-285.

Soares, M. G. M. 1979. Aspectos ecológicos (alimentação e reprodução) dos peixes do igarapé do Porto, Aripuanã, MT. *Acta Amazonica*. 9: 325-352.

Souza-Braga, F. M. 2005. Feeding and condition factor of characidium fish in Ribeirão Grande system, Southeastern Brazil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, V. 27, n. 3, p. 271-276.

Stearns, S. C. 1993. *The evolution of life histories*. Oxford, New York, Tokyo, Oxford University Press, 249p.

Steedman, R. J. 1991. Occurrence and environmental correlates of black spot disease in stream fishes near Toronto, Ontario. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 120, n. 4, p. 494-499.

Suzuki, H. 1999. *Estratégias reprodutivas de peixes relacionadas ao sucesso na colonização em dois reservatórios do rio Iguaçu, PR, Brasil*. Tese, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 111p.

Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C.; Lizama, M. A. P.; Lacerda, A. C. F.; Yamada, F. H.; Moreira, L. H. A.; Ceschini, T. L.; Bellay, S. 2009. Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian journal of biology*, v. 69, p. 691–705.

Teresa, L.; Casatti, L. 2010. Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: Um estudo com peixes de riacho. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 5, n. 3, p. 444-453.

Tavares-Dias, M.; Schalch, S. C.; Martins, M. L.; Silva, E. D.; Moraes, F. R.; Percin, D. 1999. Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavelo e Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). *Acta Scientiarum*, v. 21, n. 2, p. 337–342.

Thatcher, V. E. 1981. Patologia de peixes da Amazônia Brasileira: Aspectos gerais. *Acta Amazonica*, v. 11, n. 1, p. 125–140.

- Travassos L.; Freitas J. F. T.; Kohn, A. 1969. Trematódeos do Brasil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* (67): 1-886.
- Uieda, V. S.; Kikuchi, R. M. 1995. Entrada de material alóctone (detritos vegetais e invertebrados terrestres) num pequeno curso de água corrente na Cuesta de Botucatu, São Paulo. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 8, p. 105–114.
- Vazzoler, A. E. A. M. 1996. *Biologia e reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM. São Paulo: SBI, 169pp.
- Veregue, A. M. & Orsi, M. L. 2003. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 1. 0101-8175
- Vannote, R. L.; Minshall, W. G.; Cummins, K. W.; Sedell, J. R.; Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian of Fisheries and Aquatic Science*, 37:130-137.
- Vogel, H. F.; Zawadzki, C. H.; Metri, R. 2009. Florestas ripárias: importância e principais ameaças. *SaBios: Revista de Saúde e Biologia*, v. 4, p. 24–30.
- Walker, I. 1986. Sobre a Ecologia e Biologia da Decomposição da Matéria Orgânica em Águas Amazônicas. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 1: 557- 573.
- Walker, I. 1991. Algumas considerações sobre um programa de zoneamento da Amazônia. *In: Bases Científicas para Estratégias de Preserções e Desenvolvimento da Amazônia*, v. 1. A. L. Val, R. Figliuolo, and E. Feldberg (Eds). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil.
- Walker, I. 1995. Amazonian streams and small rivers. *In: Tundisi, J. G., Bicudo, C. E. M., Matsumura-Tundisi, T. (Eds). Limnology in Brazil*. Soc. Bras. De Limnologia/Acad. Bras. de Ciências. Brazil. p. 167 – 193.
- Winemiller, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, 81: 225-241.
- Wootton, R.J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. London, Chapman and Hall, 404p.



Yamamura, H. & Zanolo, R. 2006. Parasitas em tilápias-do-Nilo criadas em sistema de tanques-rede Parasitas. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 27, p. 281–288.

Zar, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 3ª Edição. 662 pp.

## Material Suplementar

Tabela S1. Informações dos igarapés onde ocorreram as coletas, obtidos com uso de sonda multiparâmetro. Os valores médios e desvio padrão ( $\pm$ ) de cada ambiente estão descritos nos resultados

Igarapés	Temperatura (C°)	pH	O <sup>2</sup> dissolvido (%)	Condutividade (ms/cm)	Velocidade d'água (m/seg)	Substrato
<b>D1</b>	24,48	3,65	40	0,024	0,16	Areia/ Liteira
<b>D2</b>	24,3	3,5	61,1	0,28	0,21	Areia/ Liteira
<b>Ducke</b>						
<b>D3</b>	24,15	3,74	17,1	0,016	0,31	Areia/ Liteira
<b>D4</b>	24,11	4,58	11,5	0,015	0,29	Areia/ Liteira
<b>Média</b>	<b>24,26 <math>\pm</math> 0,17</b>	<b>3,86 <math>\pm</math> 0,49</b>	<b>32,42 <math>\pm</math> 22,75</b>	<b>0,083 <math>\pm</math> 0,13</b>	<b>0,24 <math>\pm</math> 1,29</b>	
<b>B1</b>	25,83	4,43	19,4	0,09	0,30	Areia/ Argila
<b>BR 174</b>						
<b>B2</b>	28,08	5,39	17,3	0,01	0,22	Areia/ Argila
<b>B3</b>	28,85	4,81	36,3	0,09	0,17	Areia/ Argila
<b>B4</b>	29,86	5,57	20,5	0,07	0,17	Areia/ Argila
<b>Média</b>	<b>28,15 <math>\pm</math> 1,71</b>	<b>5,05 <math>\pm</math> 0,53</b>	<b>23,37 <math>\pm</math> 8,72</b>	<b>0,081 <math>\pm</math> 0,001</b>	<b>0,21 <math>\pm</math> 1,55</b>	

Tabela S2. Amplitude, valores médios e Desvio Padrão ( $\pm$ ) de Comprimento padrão (Cp), Comprimento total (Ct), Peso total (Pt) e Peso eviscerado (Pe) de peixes coletados em 8 igarapés da Ducke e BR174.

	BR 174				Ducke			
	B1	B2	B3	B4	D1	D2	D3	D4
<b>Amplitude Comp, total</b>	7-10,6	8,7-10,9	8,5-11,6	6,8-12,1	7,2 - 13,9	6,8-12,6	7,2-10,9	8,3-13,4
<b>Comp, total médio Desvio padrão (<math>\pm</math>)</b>	9,1 $\pm$ 1,3	9,9 $\pm$ 0,8	9,9 $\pm$ 1	8,1 $\pm$ 1,6	9,9 $\pm$ 2,3	9,4 $\pm$ 2,2	9,2 $\pm$ 1,1	10,7 $\pm$ 1,9
<b>Amplitude Comp, padrão</b>	5,5-8,5	7,3-8,7	6,8-9,3	5,2-9,6	5,5-10,8	4,9-10,1	5,9-8,2	6,5-10,7
<b>Comp, padrão médio Desvio padrão (<math>\pm</math>)</b>	7,2 $\pm$ 1	8,1 $\pm$ 0,5	8 $\pm$ 0,7	6,1 $\pm$ 1,1	7,6 $\pm$ 1,6	7,5 $\pm$ 1,7	7,1 $\pm$ 0,7	8,5 $\pm$ 1,3
<b>Amplitude Peso total</b>	2,9-10	6,8-11,5	5-14,9	3-16,5	5-27,5	5,6-21,7	4,1-11,5	5,3-29,4
<b>Peso total médio Desvio padrão (<math>\pm</math>)</b>	6,5 $\pm$ 2,5	9 $\pm$ 1,6	9,2 $\pm$ 3	5,5 $\pm$ 3,2	11,5 $\pm$ 6,5	11,1 $\pm$ 5,5	7,9 $\pm$ 2,3	14,7 $\pm$ 8,1
<b>Amplitude Peso eviscerado</b>	2,6-7,2	5,9-10,5	5-12,3	2,5-14,9	6,5-20,1	6,3-17	2,1-8,4	3,7-22,1
<b>Peso eviscerado médio Desvio padrão (<math>\pm</math>)</b>	5 $\pm$ 1,7	8,2 $\pm$ 1,6	8,3 $\pm$ 2,5	5,2 $\pm$ 3,9	10,6 $\pm$ 4,5	10,3 $\pm$ 3,9	5,5 $\pm$ 2,1	12,3 $\pm$ 7,1

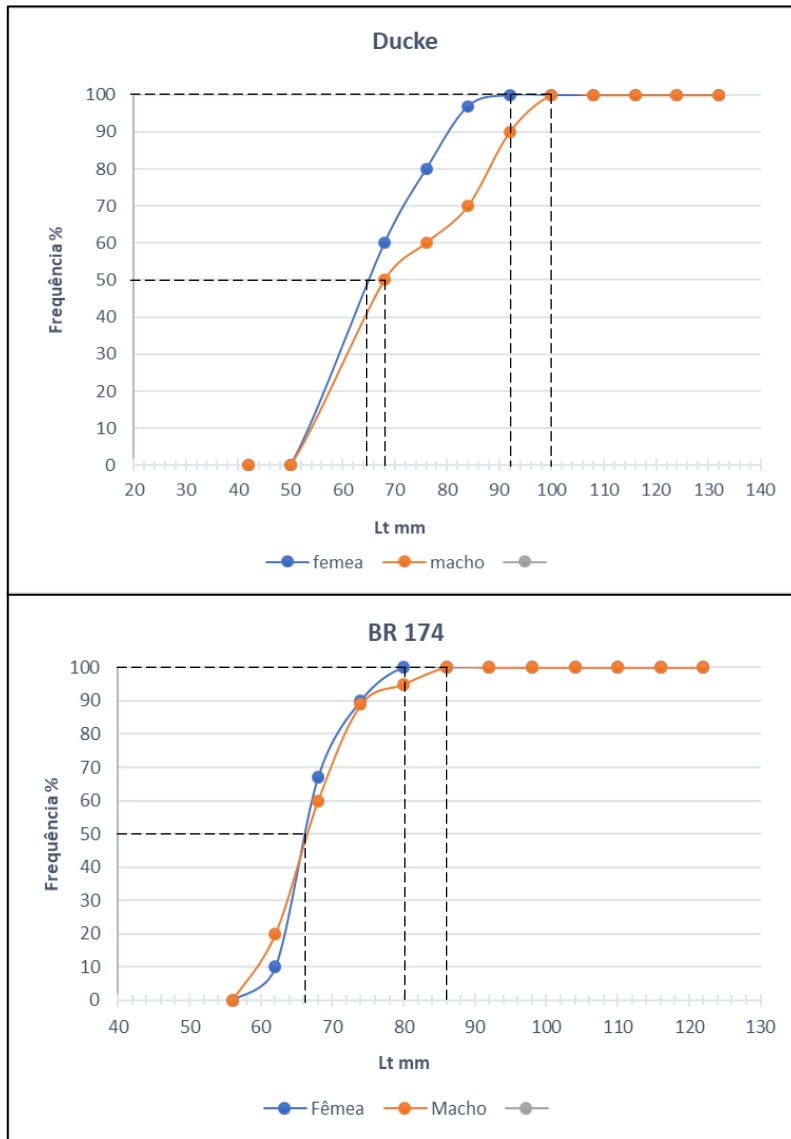


Figura S1. Estimativa do L<sub>50</sub> e L<sub>100</sub> para machos e fêmeas de íntegros (Reserva Ducke) igarapés alterados (BR-174).