

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

ELAINE FERNANDES CELESTINO

Parâmetros reprodutivos e condição corporal de três espécies do gênero *Astyanax* em riachos interceptados por diferentes formas de tubulações

Toledo

2011

ELAINE FERNANDES CELESTINO

Parâmetros reprodutivos e condição corporal de três espécies do gênero *Astyanax* em riachos interceptados por diferentes formas de tubulações

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Makrakis

Co-orientadora: Prof. Dra. Maristela Cavicchioli Makrakis

Toledo

2011

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

C392p	<p>Celestino, Elaine Fernandes Parâmetros reprodutivos e condição corporal de três espécies de peixes do gênero <i>Astyanax</i> em riachos interceptados por diferentes formas de tubulações / Elaine Fernandes Celestino. -- Toledo, PR : [s. n.], 2011. 31 f. ; il., tabs., figs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Sergio Makrakis Coorientadora: Profa. Dra. Maristela Cavicchioli Makrakis Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.</p> <p>1. Peixes de riachos – Interação espécie-ambiente – Paraná, Rio, bacia – Paraná (Estado) 2. Peixe de água doce – Mudança genética 3. Peixes de água doce – Dinâmica reprodutiva – Fatores ambientais 4. <i>Astyanax</i> (<i>Osteichthyes</i>, <i>Characidae</i>) – Biologia reprodutiva 5. Ecologia da paisagem – Alterações ambientais – Paraná, Rio, bacia – Paraná (Estado) I. Makrakis, Sergio, Orient. II. Makrakis, Maristela Cavicchioli, Orient.. III. T</p> <p>CDD 20. ed. 639.21098162 639.375</p>
-------	---



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

CAMPUS DE TOLEDO - CNPJ 78.680.337/0005-08

Rua Da Faculdade, 645 - Jd. Santa Maria - Fone: (45) 3379-7000 / Fax: (45) 3379-7002 - CEP 85903-000 - Toledo - PR

www.unioeste.br



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA – NÍVEL DE MESTRADO

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ata da reunião da Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação da Mestranda **ELAINE FERNANDES CELESTINO**. Aos dezenove dias do mês de agosto do ano de dois mil e onze, às dezesseis horas, sob a presidência do **Prof. Dr. Sérgio Makrakis**, em sessão pública, reuniu-se a Comissão Examinadora da defesa de Dissertação da Mestranda Elaine Fernandes Celestino, aluna regular do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Nível de Mestrado - com área de concentração em "**RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**", visando a obtenção do título de "**MESTRE EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**", constituída pelos membros: Prof. Dr. Sérgio Makrakis (Orientador - Unioeste); Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes (UEM/Maringá/PR) e Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana (Unioeste).

Iniciados os trabalhos, a candidata submeteu-se à defesa de sua dissertação, intitulada: "**PARÂMETROS REPRODUTIVOS E CONDIÇÃO CORPORAL DE TRÊS ESPÉCIES DO GÊNERO *ASTYANAX* EM RIACHOS INTERCEPTADOS POR DIFERENTES FORMAS DE TUBULAÇÕES**".

Terminada a defesa, procedeu-se ao exame dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes **APROVADO**
Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana..... **APROVADO**
Prof. Dr. Sérgio Makrakis (Orientador)..... **APROVADO**

Apurados os resultados, verificou-se que a candidata foi habilitada, fazendo jus, portanto, ao título de "**MESTRE EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**", área de concentração: "**RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA**". Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Examinadora.

Toledo/PR, 19 de agosto de 2011.

Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes

Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana

Prof. Dr. Sérgio Makrakis (Orientador)

DEDICATÓRIAS

A minha família pelo apoio incondicional, em todas as etapas de minha vida.

*Ao meu namorado Luciano, pela paciência, atenção amizade,
carinho e amor.*

"A persistência é o caminho do êxito."

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

Nesta página muito especial deste trabalho, gostaria de agradecer a algumas pessoas, dentre as muitas que me ajudaram a realiza-lo.

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não teria conseguido o meu objetivo;

A Unioeste e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pelo suporte e auxílio na realização deste estudo;

Ao Prof. Dr. Sergio Makrakis, pela orientação, conselhos e incentivo na busca de novos desafios;

À Prof. PhD. Maristela Cavicchioli Makrakis, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, por sempre administrar com excelência, segurança, tranquilidade e ser atenciosa com todos os acadêmicos do referido mestrado, bem como pela co-orientação;

Em especial à Prof. Dra. Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui, amiga de longa data, companheira, conselheira, generosa, dedicada, onde neste ato me faltam palavras para descrever tal admiração, carinho e apreço. Ficando simplesmente com um “muito obrigada”!

Ao Biólogo José Roberto Mariano, por trabalhar sempre com esforço, dedicação e determinação em todas as fases de execução do projeto;

À Bióloga Pós doutoranda Dayane Bailly, pelas conversas sugestões e palavras motivadoras;

Ao Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana, pelas sugestões e amizade;

A todos os estagiários, professores e técnicos do GETECH, que me auxiliaram nas coletas, triagem de material afinal em todas as atividades de campo e laboratório;

Ao Diego Morais, que tive a felicidade de conhecer e tornar-se sua amiga, muito obrigada pela nossa amizade, como também pelo auxílio nas biometrias, medições e contagem de ovócitos;

Aos grandes amigos em especial, Adelaide Marina Schaedler, Adilson Rodrigues, Ariane Lima, Daniele Menezes Abulquerque, Cássia Yano, Cristina Viana Salles, Daniele Rosseto, Daiany Cristina Macagnan, Diego Montenegro, Dhonatan Oliveira, Ilson Mahl, Paula Bueno, Leandro Fernandes, Marlon Tiderki, Nalva Fritizen, Suelen Pini, Thamis Meurer, que sempre estiveram por perto principalmente nos momentos mais críticos e também nos momentos de descontração, troca de experiências, felicidades, durante o mestrado;

A Fundação Parque Tecnológico Itaipu (PTI) pela concessão da bolsa de estudos;

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para que todas as etapas fossem cumpridas durante o mestrado.

Parâmetros reprodutivos e condição corporal de três espécies do gênero *Astyanax* em riachos interceptados por diferentes formas de tubulações

Resumo

O aumento da construção de estradas associada com a urbanização pode resultar em fragmentação de habitat e perda de populações de peixes em riachos. Neste estudo, documentamos aspectos da biologia reprodutiva e o grau de bem estar animal de três espécies do gênero *Astyanax*, através da análise dos trechos de montante e jusante (acima e abaixo) de duas formas distintas de tubulação (quadrada e circular), em dois riachos de segunda ordem afluentes do Rio Paraná. Para os atributos reprodutivos tais como Relação gonadossomatica, diâmetro médio do ovócito e fecundidade não apresentaram diferenças entre os trechos das tubulações estudadas. No entanto o comprimento padrão, proporção sexual, estádios de maturação gonadal e o fator de condição apresentaram diferenças significativas para as espécies entre os trechos das tubulações. Podendo inferir que a espécie *A. altiparanae* apresenta-se melhor adaptada as condições adversas da tubulação, podendo possivelmente realizar os movimentos de montante e jusante das diferentes formas de tubulação. Enquanto que para *A. paranae* e *A. fasciatus* os resultados obtidos sugerem que estas espécies são afetadas pela tubulação podendo restringir ou prejudicar sua movimentação.

Palavras-chave: Estradas, *Astyanax*, Reprodução, Tubulação, Bueiro.

Abstract

The increase in road construction associated with urbanization can result in habitat fragmentation and loss of fish populations in streams. In this study, we document aspects of reproductive biology and the degree of animal welfare in three species of the genus *Astyanax*, through analysis of the upstream and downstream sections (above and below) in two distinct forms of culvert (square and circular) in two streams second order tributaries of the Paraná River. For attributes such as reproductive gonadosomatic ratio, diameter of oocytes and fertility did not differ between the sections of the culvert studied. However, the standard length, sex ratio, gonad maturation stages and the condition factor showed significant differences for the species. Be deduced that the species *A. altiparanae* presents best adapted to the harsh conditions of the culvert and can possibly accomplish movements upstream and downstream of the different types of culvert. While for *A. paranae* and *A. fasciatus* results suggest that these species are affected by the culvert e may restrict or hinder movement.

Keywords: Road, *Astyanax*, Reproduction, Culvert, Pipe.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Hydrobiologia* Disponível em: <http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10750>

Sumário

1. Introdução	12
2. Descrição do gênero <i>Astyanax</i>	13
3. Materiais e Métodos	13
3.1. Área de estudo	13
3.2. Coleta de material biológico	15
3.3. Procedimento no laboratório	16
3.4. Análise dos dados	16
4. Resultados	18
5. Discussão	26
6. Referências Bibliográficas	29

Lista de tabela

Tabela I. Valores de comprimento padrão (LS) ajustado a fecundidade média (ANCOVA) para as espécies do gênero <i>Astyanax</i> . No trechos das tubulações.....	25
--	----

Lista de figuras

Figura 1. Área de estudo: locais de amostragem com tubulações quadrada e circular, nos riachos Pindorama (PI) e Lopeí (LO).....	14
Figura 2. Segmentos amostrados no riacho Pindorama com tubulação quadrada: A = montante e B = jusante. No riacho Lopeí: C = montante e D = jusante.....	15
Figura 3. Frequência em porcentagem da abundância de captura entre as espécies estudadas nos trechos avaliados das diferentes tubulações.....	18
Figura 4. Distribuição do comprimento padrão (mediana \pm erro padrão) para as espécies estudadas nos trechos avaliados das diferentes tubulações.....	18
Figura 5. Proporção sexual para as espécies do gênero <i>Astyanax</i> , entre os trechos das tubulações amostrada, valores superior a $\chi^2 > 3,84$ representam diferenças significativas entre os sexos (linha pontilhada).....	19
Figura 6. Variação espacial e temporal da Relação Gonadossomática (RGS) das três espécies de <i>Astyanax</i> estudadas. (As formas das tubulações representadas pelas letras, QM= quadrada montante, QJ= quadrada jusante, CM= circular montante, CJ= circular jusante).....	20

Figura 7. Distribuição espaço-temporal dos estádios de maturação gonadal da espécie *A. altiparanae* entre os trechos das tubulações (A e B = Quadrada; C e D = Circular). Códigos: IMT= indivíduos imaturos; SRP= indivíduos sem reprodução e REP= indivíduos em reprodução..... 21

Figura 8. Distribuição espaço-temporal dos estádios de maturação gonadal da espécie *A. paranae* entre os trechos das tubulações (A e B = Quadrada; C e D = Circular). Códigos: IMT= indivíduos imaturos; SRP= indivíduos sem reprodução e REP= indivíduos em reprodução..... 22

Figura 9. Distribuição espaço-temporal dos estádios de maturação gonadal da espécie *A. fasciatus* entre os trechos das tubulações (A e B = Quadrada; C e D = Circular). Códigos: IMT= indivíduos imaturos; SRP= indivíduos sem reprodução e REP= indivíduos em reprodução..... 23

Figura 10. Distribuição das frequências de diâmetros médios dos ovócitos (μm) para as espécies estudadas nos trechos avaliados das tubulações. (As formas das tubulações representadas pelas letras, QM= quadrada montante, QJ= quadrada jusante, CM= circular montante, CJ= circular jusante)..... 24

Figura 11. Valores de fecundidade (mediana \pm erro padrão) para as espécies do gênero *Astyanax* estudadas nos trechos das tubulações..... 24

Figura 12. Valores de fator de condição (mediana \pm erro padrão) expressos para as espécies do gênero *Astyanax* entre os trechos das diferentes formas de tubulações..... 25

Introdução

Na bacia do alto rio Paraná, associados a grandes rios, existem muitos riachos de cabeceira, habitados principalmente por peixes de pequeno porte, que são dependentes da vegetação marginal para alimentação (Ferreira et al., 2011), refúgio e reprodução (Castro & Menezes, 1998; Uieda & Castro, 1999; Araujo & Garutti, 2002). Estas espécies são extremamente vinculada ao habitat, favorecendo assim a especiação e endemismos em riachos de cabeceira (Caramaschi et al., 1999), tornando a ictiofauna susceptível a alterações antrópicas.

Dentre as perturbações antropogênicas em ambientes aquáticos, destaca-se a construção de estradas, que contribuem para exacerbar os efeitos deletérios ao habitat, favorecem a propagação de espécies invasivas (vegetação ripária), desconectam habitats, além de proporcionar homogeneização horizontal pela perda da heterogeneidade característica de riachos (Meffe et al., 1997; Forman & Deblinger, 2000). Atualmente, as estradas são reconhecidas como fontes primárias de distúrbios do solo e água (Patric, 1976; Egan et al., 1996). E dentre estes distúrbios, um dos mais importantes esta ligada a inserção de tubulações em corpos aquáticos, que são instaladas com o propósito de conduzir água através de um aterro rodoviário.

Deste modo, tubulações apresentam várias formas e tamanhos, podendo ser circulares, elípticas, retangulares, quadradas, longas ou curtas (Kapitzke, 2010). Podem ser construídas ou moldadas em concreto, ferro corrugado (EaD et al., 2002) e outros materiais. Uma tubulação de corpo rígido (concretada) ou moldada, quando assentada num curso contínuo de água, causa mudança na estrutura ambiental, influenciando diretamente no nível hidrométrico e na vazão de água (Bates et al., 2003), o que pode dificultar as necessidades biológicas de peixes (Katopodis, 1993), especialmente na migração reprodutiva.

A engenharia das tubulações ou bueiros, pouco se preocupa com a livre movimentação das espécies aquáticas (Castro, 2003). Neste contexto, é de extrema importância estudos que avaliem aspectos bioecológicos de peixes em riachos interceptados por tubulações, pois o pouco conhecimento dos possíveis impactos causados por elas é desproporcional ao aumento atual de construções de rodovias.

Frente ao exposto, esse trabalho tem como objeto de estudo, espécies de peixes coogênicas do gênero *Astyanax* conhecido popularmente por lambari, piquira, piaba e matupiri (Buchup, 1999), pertencem à ordem Characiformes, família Characidae, e subfamília Tetragnopterinae e possuem 128 espécies descritas (Froese & Pauly, 2010). Os peixes deste gênero são dominantes na América do Sul com ampla distribuição geográfica e elevada representatividade na bacia do Alto rio Paraná (Suarez & Lima-Junior, 2009) e raramente com tamanho superior a 15cm (Uieda & Castro, 1999), com considerável conhecimento técnico/científico (Yokoyama & Yokoyama, 1990; Vilella et al., 2002; Abelha et al., 2006) e elevada plasticidade reprodutiva, tornando este gênero adequado para o objetivo deste estudo. Sendo ele avaliar a influência da forma de tubulações (circular ou quadrada) sobre alguns parâmetros biológicos de três espécies do gênero *Astyanax*. Para isso, usamos como norteador teórico a abordagem populacional, assumindo que as tubulações são

estruturas fragmentadoras de habitats (Kapitze, 2010). Deste modo, este estudo foi delineado seguindo a predição de que diferentes formas de tubulações afetam, de maneira distinta, alguns atributos da biologia reprodutiva e de bem estar animal das população estudadas (*Astyanax altiparanae*, *Astyanax paranae* e *Astyanax fasciatus*). Então, pretendeu se responder: Há diferenças nos parâmetros reprodutivos das espécies entre os trechos a montante e a jusante de tubulações circular e quadrada? E qual a influência destas no bem estar (fator de condição) das espécies?

Materiais e Métodos

Área de estudo

As amostragens foram realizadas em dois riachos de segunda ordem, pertencentes a bacia do rio São Francisco Verdadeiro (área de 2.219,1 Km²), afluente da margem esquerda do rio Paraná. Esses riachos foram escolhidos por possuírem tubulações em seu curso. O riacho Pindorama (12,2 km de extensão e com área de 41,0km²) possui uma tubulação quadrada tripla de concreto (DNIT, 2004), localizada na PR 317, entre os municípios de Toledo e Ouro Verde do Oeste/PR (24°44'44,6" S e 53°50'48,5" W). O riacho Lopeí (23,6km de extensão e área de 65,9km²) possui tubulação circular tripla de concreto (DNIT, 2006), localizada na OT-525 (24°47'47,6" S e 53°36'17,1" W), próximo ao distrito de Bom Princípio- PR (município de Toledo) (Fig.1).

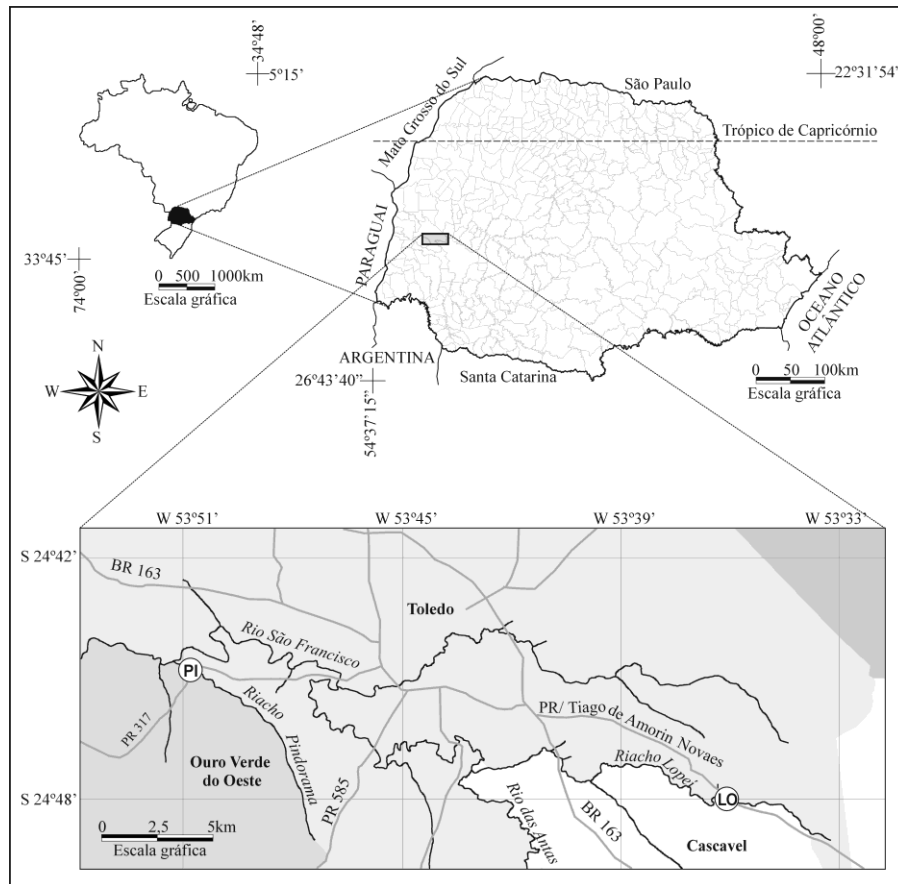


Fig. 1 Área de estudo: locais de amostragem com tubulações quadrada e circular, nos riachos Pindorama (PI) e Lopeí (LO), respectivamente.

Para cada segmento com tubulação foram padronizados trechos equidistantes de 200 metros (imediatamente antes e após as tubulações), tanto acima (montante), quanto abaixo (jusante) das tubulações quadrada e circular, totalizando segmento de 400 metros de área amostrada de cada riacho (Fig. 2).

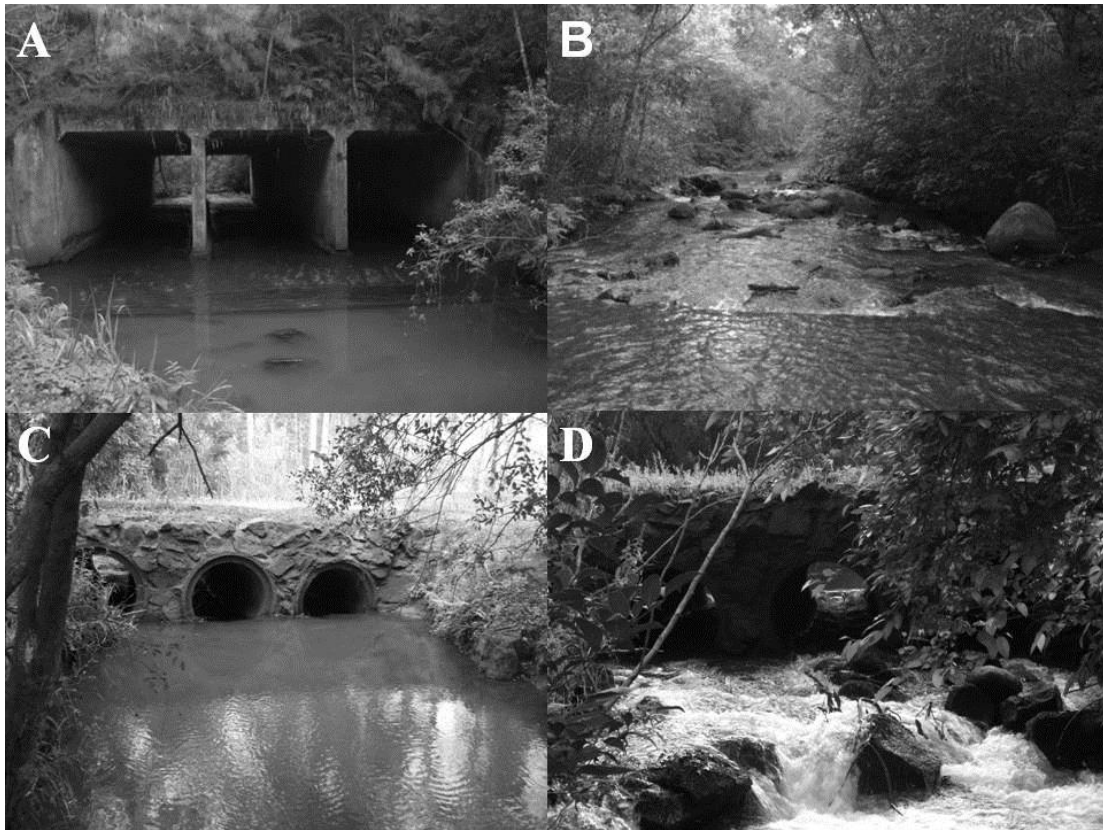


Fig. 2 Segmentos amostrados no riacho Pindorama com tubulação quadrada: A = montante e B = jusante. No riacho Lopei: C = montante e D = jusante.

Descrição das tubulações

Para obtenção dos dados de engenharia das tubulações foram utilizados régua e trena métrica a partir de amostras no lado esquerdo, meio e direito com 3 repetições para cada tubulação e extraída as médias (Tab. I). Bem como foi utilizado equipamento de topografia para verificar a declividade das tubulações entre a entrada (montante) e saída (jusante).

Tabela I. Valores da engenharia das tubulações quadrada e circular.

Características da engenharia das tubulações	Quadrada	Circular
Área (m)	9,30	1,17
Comprimento (m)	26,60	7,00
Declividade (%)	1,09	1,86
Coluna da água (m)	0,09	0,16
Empoleiramento (m)	0,15	0,40
Distância do empoleiramento até a próxima queda (m)	4,60	3,50

Coleta de material biológico

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de novembro de 2009 a outubro de 2010. Para captura dos indivíduos foram utilizados diversos equipamentos, dentre eles: **tarrafa de saco**, com malha 1,5 cm e área de 12 m padronizados em 20 lances, sendo aplicada às 11:00 h e 22:00h; 2 **peneirões** retangulares de armação metálica (1,2 x 0,80 m) confeccionados com tela 0,5 cm de malha sendo que os coletores aplicaram 20 lances às 07:00h e 18:00h, principalmente em locais com vegetação marginal (capim); **caniço**, a utilização de anzol/linha e iscas-vivas, empregado por dois amostradores nas margens dos riachos, com esforço de 30 minutos, efetuado às 10:00h, 15:00 e 19:00h. **Rede de espera**, com malhas variando de 2,5; 3; 4 e 5 cm entre nós não adjacentes, com áreas totalizando 28,55m² de rede, expostas por 24h com revistas periódicas de 8h. O esforço amostral (tempo), equipamento e equipe foram padronizados entre os trechos (Celestino et al., 2010).

Os peixes coletados foram eutanasiados (benzocaína, na concentração de 250 mg/l, por 10 minutos de exposição, conforme protocolo aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal e aulas práticas da Unioeste Protocolo n^o 4109) e acondicionados em sacos plásticos com descrição detalhada sobre o apetrecho de coleta, trecho, data, hora e, fixados em formol 10%. A identificação dos indivíduos foi realizada no Museu do Núcleo de Pesquisas em Limnologia e Aquicultura - Nupélia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, (Graça & Pavanelli, 2007), onde foram depositados espécimes *voucher*. Os peixes foram transportados ao laboratório do Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos - GETECH/Unioeste, Toledo/PR, onde foram retirados os dados biométricos e anotados em formulários específicos.

Procedimento no laboratório

Para cada indivíduo capturado foi registrado o comprimento total (mm), padrão (mm) e peso total (0,1 g). Após a evisceração, as gônadas foram pesadas (0,01 g) e determinado o sexo (Vazzoler, 1996). Os sexos dos indivíduos imaturos e esgotados foram identificados com auxílio de microscópio óptico em lâminas com corante acetato carmim.

Análise dos dados

Proporção sexual

A proporção entre os sexos foi avaliada através da análise de frequência de machos e fêmeas entre as tubulações e trechos. Sobre os resultados desta análise aplicou-se o teste de Qui-quadrado [$\chi^2 = 2 \cdot (O-E)^2/E$], com grau de liberdade de 1 e significância $\chi^2 > 3,84$, para determinação de diferenças significativas entre os sexos.

Período reprodutivo

O parâmetro utilizado para verificar a variação espaço-temporal (trechos e meses) na reprodução das espécies foram a relação gonadossomática (RGS) [efetuada para cada indivíduo e extraída a média mensal, expresso pela fórmula $(RGS = Wo/Wt.100)$, no qual Wo = peso do par de ovários e Wt = peso total do peixe). Esses parâmetros foram representados graficamente, a fim de encontrar padrões de atividade reprodutiva das espécies entre os trechos amostrados referente às distintas tubulações. Para testar as tendências encontradas, foi aplicado o teste não-paramétrico de *Kruskal Wallis (KW)*, similar a ANOVA (unifatorial) sobre a matriz de valores mensais (médios) de RGS e da frequência dos estádios de maturação gonadal.

Estimativa da Fecundidade e Diâmetro dos ovócitos

Para estas análises foram consideradas 60 gônadas de fêmeas maduras, com os maiores valores de RGS, conforme proposto por Suzuki et al., (2004), sendo 20 para cada espécie e subdivididas em 10 para cada tubulação (quadrada e circular) e 5 para cada trecho (montante e jusante).

Foram retirados aleatoriamente 0,5g de cada amostra e acondicionado em frasco de vidro devidamente etiquetado, contendo solução de Gilson, preparada conforme Vazzoler, (1996) e agitados para homogeneização do material, ao qual foram deixados em repouso, para a dissociação do epitélio ovariano remanescente (membrana que recobre os ovócitos). Após este procedimento, os ovócitos foram lavados em solução de álcool 70% e novamente acondicionados em frascos de vidro.

Para determinação da fecundidade foi utilizada a técnica volumétrica (por regra três) que é empregada para estabelecer o número de ovócitos que cada fêmea adulta libera durante o período reprodutivo (Vazzoler, 1981). Os ovócitos vitelogenados foram agrupados por classe de comprimento, contados e medidos a partir do tamanho mínimo de 469 μm (micrômetro), com auxílio de um estereomicroscópio (Leica E24) equipado com ocular micrométrica com precisão de 1 μm . Sendo a fecundidade e o comprimento padrão (em centímetros) das espécies entre as diferentes tubulações e os trechos, foram avaliados graficamente e testados pela *K W*.

Inferências sobre a fecundidade das espécies entre as tubulações e trechos de amostragens foram avaliadas através de análises de covariância (ANCOVA), a fim de obter as médias ajustadas de fecundidade em relação ao comprimento padrão (LS) para as espécies. A covariável foi o comprimento padrão, a variável resposta foi a fecundidade e as variáveis categóricas os trechos de amostragem para cada tipo de tubulação. Para as análises estatísticas o *software* Statistica 7.0 foi utilizado e o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Fator de condição - Bem estar

O fator de condição (*K*) foi utilizado para verificar o grau de “bem estar” das espécies entre os trechos das distintas tubulações, através da equação: $K = Wt/LS^b$ no qual Wt = peso total do peixe, LS = comprimento padrão (mm) – Wt e LS foram log-transformados; b = coeficiente de alometria obtido através da relação peso-comprimento (Vazzoler, 1996). Os resultados obtidos foram explorados graficamente e aplicado o teste não-paramétrico *K W*.

Resultados

Durante o período de estudo foram capturados 1489 indivíduos com biomassa total de 17118,39g. Das espécies estudadas a mais capturada foi *A. fasciatus*, que do total obteve elevados valores de frequência de captura e biomassa (46,93% e 40,28%, respectivamente). A frequência de captura para a espécie *A. altiparanae* foi maior no trecho a montante da tubulação quadrada, por outro lado quando avaliado na tubulação circular o trecho a jusante foi superior nas capturas (Fig. 3 A). Para a espécie *A. paranae* as maiores frequências foram observadas no trecho a montante independentemente da forma da tubulação (Fig. 3 C), enquanto que para *A. fasciatus* as frequências de captura foram similares entre os trechos de ambas as tubulações.

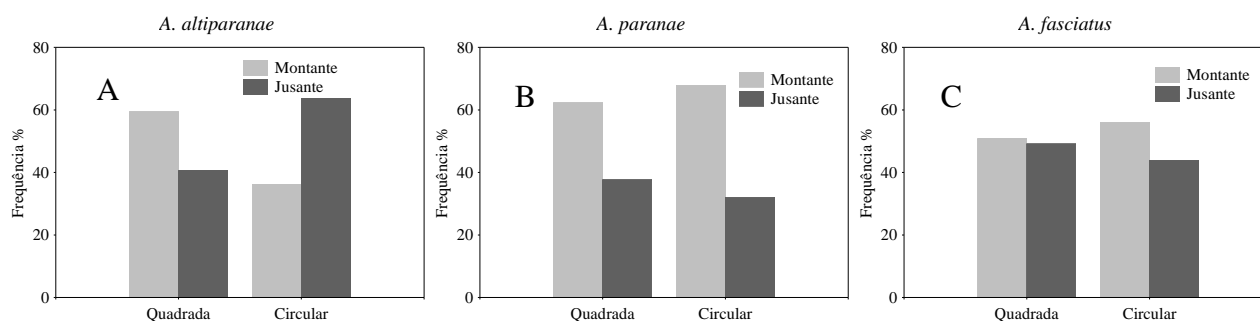


Fig. 3 Frequência em porcentagem da abundância de captura entre as espécies estudadas nos trechos avaliados das diferentes tubulações.

Em relação ao comprimento padrão as espécies *A. altiparanae* e *A. paranae* não apresentaram diferenças significativas entre os trechos das tubulações (Fig. 4 A e B). Por outro lado, o comprimento padrão para *A. fasciatus* foi maior a montante da tubulação quadrada KW (H: 4,42; $p=0,036$) não diferindo entre os trechos da tubulação circular (Fig. 4 C).

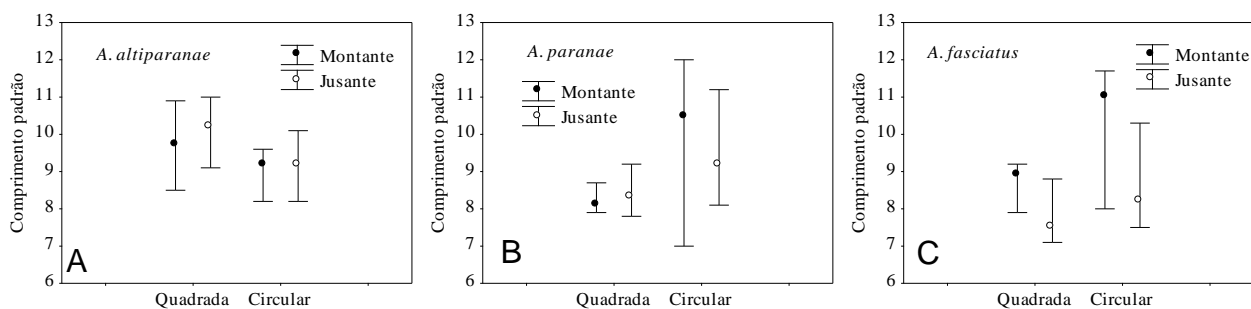


Fig. 4 Distribuição do comprimento padrão (mediana; 25% e 75% quartis) para as espécies estudadas nos trechos avaliados das diferentes tubulações.

A proporção sexual para as espécies capturadas do gênero *Astyanax*, entre os trechos das tubulações amostradas quando testados pelo teste de qui-quadrado foram significativamente diferentes para as espécies *A. paranae* e *A. fasciatus*. Sendo, observado predomínio de fêmeas a jusante da tubulação quadrada ($\chi^2= 4,84$) e machos a montante da tubulação circular ($\chi^2= 8,89$), para a espécie *A. paranae*, enquanto para *A. fasciatus* obteve predomínio de fêmeas a montante ($\chi^2= 10,47$) e a jusante ($\chi^2= 15,18$) da tubulação quadrada.

A análise da variação temporal da relação gonadosomática para as espécies estudadas (Fig. 5 A, B e C) demonstrou semelhanças nos valores de RGS entre os trechos das tubulações, para as espécies *A. paranae* e *A. fasciatus*. Essas apresentaram período reprodutivo (maiores valores de RGS), entre setembro a novembro (Fig.5 B e C), sendo estes valores pronunciados em *A. fasciatus* durante este período. *A. altiparanae*, também se mostrou mais reprodutivo entre os mesmos meses das demais espécies, porém, esse padrão foi somente para a tubulação quadrada (Fig.5 A).

A variação nos valores de RGS expostos por *A. altiparanae*, foi invertida entre os trechos da tubulação circular (Fig.5 A), com valores de RGS elevados entre os meses de julho a setembro para a montante, e, entre janeiro a março para a jusante. Contudo, não foram evidenciadas diferenças significativas pela KW.

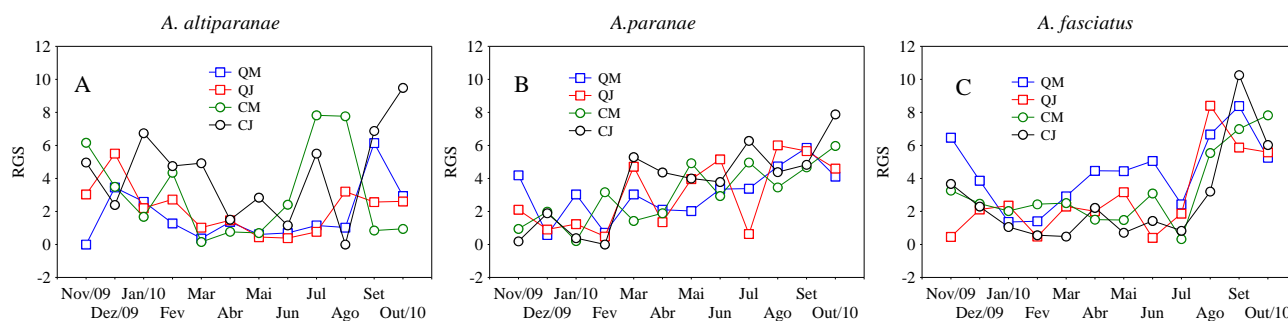


Fig. 5 Variação espacial e temporal da Relação Gonadosomática (RGS) das três espécies de *Astyanax* estudadas. (As formas das tubulações representadas pelas letras, QM= quadrada montante, QJ= quadrada jusante, CM= circular montante, CJ= circular jusante).

Em relação à frequência dos diâmetros médios dos ovócitos, as espécies não apresentaram diferenças significativas (KW) entre os trechos das tubulações, sendo observadas graficamente pequenas distinções em relação ao diâmetro médio entre as formas das tubulações (Fig. 6).

Os diâmetros dos ovócitos para *A. altiparanae* apresentaram amplitude entre 433 a 748 μm , com diâmetro médio de 605,67 e 596,36 para os trechos a montante e a jusante da tubulação quadrada,

respectivamente. Para a tubulação circular, os diâmetros médios dos ovócitos corresponderam a 616,26 para o trecho a montante e 599,62 para o trecho a jusante (Fig. 6 A).

Para a espécie *A. paranae* a amplitude dos diâmetros variaram de 559 a 1126 μm , com diâmetro médio de 761,90 μm para o trecho a montante e 793,92 μm para o trecho a jusante da tubulação quadrada, por outro lado na tubulação circular estes valores foram maiores com diâmetro médio de 888,92 e 880,50 μm para os trechos de montante e jusante, respectivamente (Fig. 6 B). A espécie *A. fasciatus* demonstrou amplitude de 496 a 1126 μm com diâmetro médio de 772,79 e 755,45 μm nos trechos de montante e jusante da tubulação quadrada. E diâmetros de 856,47 e 835,27 μm para os trechos de montante e jusante da tubulação circular, demonstrando tendência de maiores diâmetros no trecho a montante desta tubulação (Fig. 6 C).

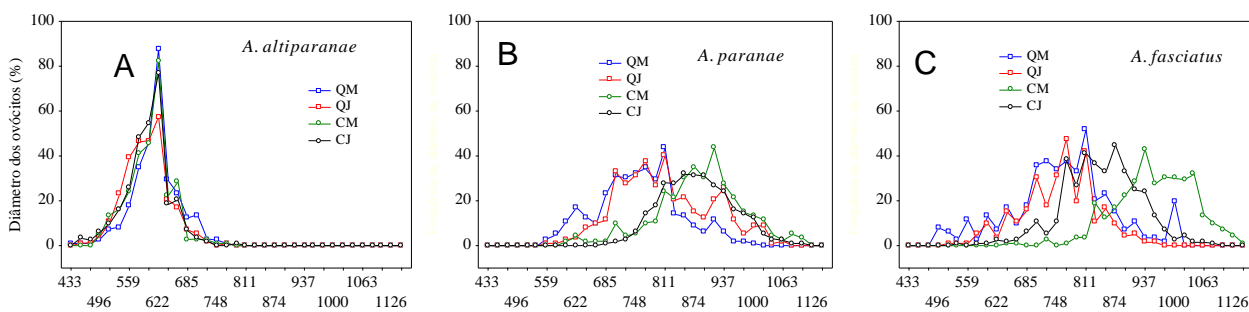


Fig. 6 Distribuição das frequências de diâmetros médios dos ovócitos (μm) para as espécies estudadas nos trechos avaliados das tubulações. (As formas das tubulações representadas pelas letras, QM= quadrada montante, QJ= quadrada jusante, CM= circular montante, CJ= circular jusante).

Comparando a fecundidade entre os trechos das tubulações (quadrada e circular) não foram verificadas diferenças significativas pela *KW* (Fig.11 A, B e C). As variações mínimas e máximas das medianas, sobrepõem-se entre as espécies e entre os trechos a montante e a jusante das tubulações para as três espécies.

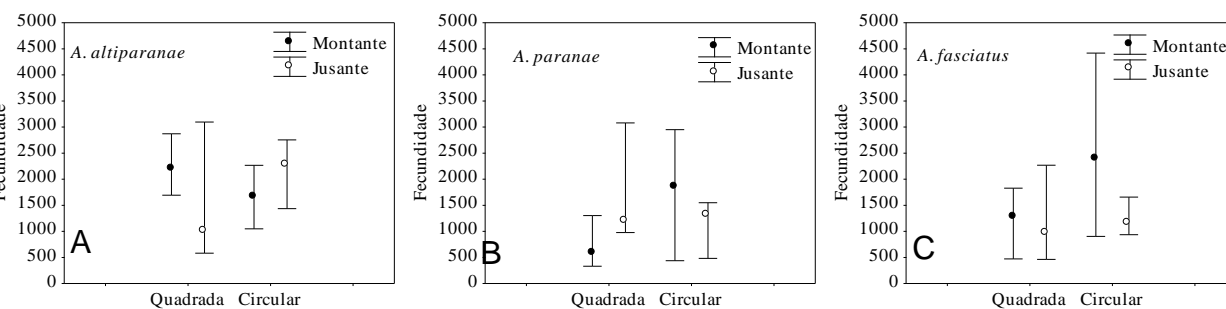


Fig. 11 Valores de fecundidade (mediana \pm erro padrão) para as espécies do gênero *Astyanax* estudadas nos trechos das tubulações.

Esse padrão apresentado, quando testado pela ANCOVA para determinação dos valores de LS médio ajustado a fecundidade novamente não demonstraram diferenças significativas entre os trechos das tubulações (Tab. I).

Tabela I. Valores de comprimento padrão (LS) ajustado a fecundidade média (ANCOVA) para as espécies do gênero *Astyanax* nos trechos das tubulações.

	Quadrada			Circular		
	LS	Montante	Jusante	LS	Montante	Jusante
<i>A. altiparanae</i>	9,89	2238,33	1146,28	9,17	1868,54	2106,45
<i>A. paranae</i>	8,34	955,13	1861,77	9,47	1834,01	1112,36
<i>A. fasciatus</i>	8,28	1378,18	1367,36	9,28	2289,79	1301,10

O grau de bem estar animal medido através do fator de condição (Fig. 12) foi significativamente diferente pela KW (H: 6,68; p= 0,009) para a espécie *A. altiparanae*, com maior fator de condição para o trecho a jusante da tubulação quadrada (Fig. 12 A). Por outro lado a espécie *A. paranae* não apresentou diferenças para o fator de condição quando verificadas entre os trechos das tubulações (Fig. 12 B). Já para a espécie *A. fasciatus* também foram verificadas diferenças significativas pela KW (H: 15,52; p= 0,000), com maior condição no trecho a montante da tubulação quadrada (Fig. 12 C).

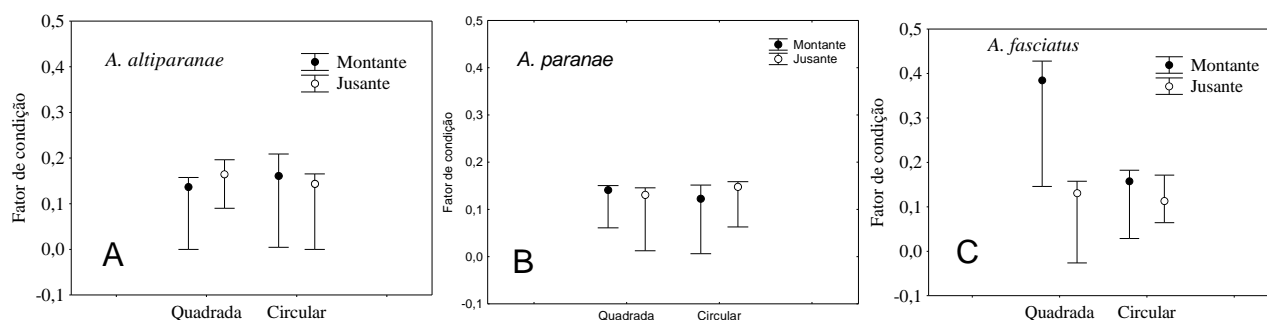


Fig. 12 Valores de fator de condição (mediana \pm erro padrão) expressos para as espécies do gênero *Astyanax* entre os trechos das diferentes formas de tubulações.

Discussão

A abundância de peixes em riachos com tubulações é altamente heterogênea: espacial e temporalmente, e os efeitos em nível de comunidade e população podem ser difíceis de serem detectados (Nislow et al., 2011). Estes autores comentam que em riachos com tubulações intransitáveis os trechos a montante apresentam menor abundância de peixes enquanto que riachos com tubulações transitáveis os

trechos a montante e a jusante apresentam abundâncias equivalentes. Em nosso estudo ao avaliar a abundância das espécies capturadas, observamos variações entre os trechos e as tubulações para *A. altiparanae* e *A. paranae* enquanto para *A. fasciatus* manteve a mesma tendência entre os trechos e as tubulações.

Dentre as três espécies avaliadas a espécie *A. altiparanae* apresentou melhor adaptada aos ambientes que apresentam tubulações independentemente da forma, possivelmente este fato está relacionado com a maior capacidade natatória relacionado a sua morfologia que potencializa esta espécie realizar movimentos descendentes e ascendente nas tubulações. Sendo que as espécies de nosso estudo são consideradas migradoras de curta distância (Makrakis et al., 2007; Bailly et al., 2008) e esta possível melhor capacidade natatória para *A. altiparanae* propicia a transição entre os trechos das tubulação.

Para esta espécie o único fator que apresentou-se distinto foi o fator de condição que possivelmente está mais associado com questões alimentares do que com o comportamento migrador. Vários autores relatam que o fator de condição para uma dada espécie (Le Cren, 1951; Gomiero & Braga, 2003; Tavares- Dias et al., 2008) reflete as interações entre os peixes e o grau de bem estar que o ambiente proporciona a ele e a utilização dos recursos alimentares. Voight (1999) constatou que o fator de condição para Salmonídeos no trecho a montante foi igual ou mais elevado do que aqueles encontrados para o trecho a jusante, atribuindo ao fato de que os Salmonídeos a jusante teriam sido expostos a competição por recursos.

A espécie *A. paranae* mostrou distinção da proporção sexual entre os trechos e as tubulações com predomínio de machos. Vazzoler (1996) relata que a proporção sexual é uma informação para a caracterização da estrutura de uma espécie ou população, além de constituir subsídio para estudo de outros aspectos como a avaliação do potencial reprodutivo e em estimativas do tamanho do estoque, e varia em função de eventos sucessivos, que atuam de modo distinto sobre os indivíduos de cada sexo, constituindo uma tática reprodutiva.

As diferenças constatadas para *A. fasciatus* em relação aos comprimentos padrão, com maiores valores registrados a montante da tubulação quadrada, pode estar relacionado ao predomínio de fêmeas, constatado pela proporção sexual em ambos os trechos, o que consequentemente estaria influenciando os maiores valores de fator de condição, também a montante da tubulação quadrada, demonstrando que possivelmente as fêmeas maiores conseguem transitar de montante para jusante das tubulações devido sua melhor capacidade natatória. Resultados estes colaboram com os encontrados por Santos et al. (2007) para espécie migradora *Leporinus renhardti* constatando que os indivíduos com o maior comprimento total demonstra maior capacidade natatória.

A inexistência de diferenças significativas nos parâmetros reprodutivos (RGS, diâmetro médio do ovócito e fecundidade) para as três espécies neste estudo pode estar ligado às estratégias reprodutivas que são características extremamente conservadoras. Cada espécie apresenta adaptações anatômicas, fisiológicas,

comportamentais e energéticas específicas (Vazzoler, 1996) e a estratégia usada por uma dada espécie é mantida, sendo fruto de sua história evolutiva (Suzuki, 1999). Entretanto, a espécie *A. paranae* apresentou maior quantidade de indivíduos em reprodução no trecho a montante de ambas as tubulações, constatando que este trecho é propício para a reprodução desta espécie, e a diferenciação entre os trechos, possivelmente está associada pela descontinuidade longitudinal, ocasionada pela tubulação. E maiores alterações na biologia reprodutiva podem vir a aparecer após longo tempo da inserção da tubulação.

Warren & Pardew (1998) relatam que algumas tubulações são consideradas barreira física para o movimento de peixes, e podem ser mais ou menos transponíveis dependendo do tamanho da tubulação e/ou da capacidade natatória e habilidade da espécie saltar (Larinier, 1999). Desta forma as tubulações parecem ser mais impactante para as espécies *A. paranae* e *A. fasciatus*, justificado pelas distinções nos parâmetros biológicos entre os trechos a montante e a jusante das tubulações. E *A. altiparanae* parece vencer a barreira imposta pela tubulação tanto as com forma quadrada quanto a com forma circular.

Estudos em regiões temperadas revelam que a forma preferida para passagem de peixes são tubulação sem fundo, ou seja, aquela que segue o fluxo natural do riacho e as tubulações quadradas apresentam fundo plano e a área molhada rasa, o que as tornam piores que as circulares para a locomoção de peixes (Clay, 1995). No entanto a engenharia da tubulação circular de nosso estudo não contemplou estes resultados, provavelmente pelo tamanho reduzido de raio delas, sendo que quando comparadas as existentes em regiões temperadas são muito menores. Em riachos de Tennessee - EUA, onde apresentam pontes e tubulações de diversas formas Wellman et al., (2000) constatou que para atributos como abundância, diversidade e riqueza não existe variação relacionado as formas das tubulações e pontes, colaborando novamente com a hipótese de que a tubulação circular de nosso estudo não foi construída apropriadamente considerando-a como passagem para peixe.

Pois em regiões temperadas tubulações são definidas em muitos estudos como passagem para peixes (Bates & Powers 1998; Boubée et al., 1999). No entanto, para regiões neotropicais inexistem estudos com esta abordagem e tão pouco em relação à influência das tubulações na biologia reprodutiva e condição corporal das espécies de peixes.

Desta forma a abordagem de nosso estudo não é conclusiva a respeito se tubulações fragmentam o habitat e qual a melhor forma (quadrada ou circular), porém as informações inéditas sobre os efeitos das diferentes formas de tubulações relacionados à biologia reprodutiva e bem estar de peixes neotropicais, enobrecer seu aspecto original. No entanto demonstra que existe diferença entre os trechos de montante e a jusante das tubulações, bem como na sua forma. E as espécies também apresentam distinções em suas táticas, possivelmente devido a pressão ocasionada pela tubulação. Portanto, destacamos a necessidade de estudos futuros que avaliem os possíveis efeitos fragmentadores de tubulações sobre peixes, indicando o método de

rastreamento (Vander Pluym et al., 2008), e análises citogenéticas em ambos os trechos, para obter resultados efetivos da fragmentação ou não de habitat por tubulações.

Possibilitando assim novos conhecimentos para a abordagem em ecologia de estradas, despertando o interesse de estudos que visam mitigar os impactos das tubulações ao habitat, tendo como alvo principal o efeito de fragmentação, que impossibilita a movimentação de peixes acima e abaixo das tubulações, devido a formas e designers inadequados. Isso poderia levar a política de reestruturação e métodos específicos para projetos de tubulações no Brasil como também ser um exemplo para outros países, sendo que este trabalho pode ser utilizado como parte de um conjunto de medidas necessária para adequação e conservação das espécies bem como para despertar o interesse a pesquisa ictiológica relacionado a tubulações e ecologia de estradas no Brasil.

Referências Bibliográficas

Abelha, M. C. F., E. Goulart, E. A. L. Kashiwaqui & M. R. Silva, 2006. *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the alagados reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. Neotropical Ichthyology 4: 349-356.

Agostinho, C. A., S. L. Molinari, A. A. Agostinho & J. R. Verani, 1984. Ciclo reprodutivo e primeira maturação sexual de fêmeas do lambari, *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes, Characidae) do rio Ivaí, Estado do Paraná. Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro 44: 31-36.

Araujo, R. B. & V. Garutti, 2002. Biologia reprodutiva de *Aspidoras fuscoguttatus* Nijssen & Isbrücker, 1976 (Siluriformes, Callichthyidae) em riacho de cabeceira da bacia do alto rio Paraná. Iheringia Série Zoologia 4: 89-98.

Bailly, D., A. A. Agostinho & H. I Suzuki, 2008 Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá river, upper Pantanal, Brazil. River Research and Applications 24: 1218-1229.

Barbieri, G., 1992. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do ribeirão do Fazzari. São Carlos. Estado de São Paulo. II. Aspectos quantitativos da reprodução. Revista Brasileira de Biologia 52: 589-596.

Barbieri, G., S. M. Hartz & J. R. Verani, 1996. O fator de condição e índice hepatossomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* da represa do Lobo, São Paulo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). Iheringia Série Zoologia, Porto Alegre 81: 97-100.

Bates, K. K., B. Barnard, B. Heiner, P. Klavas & P. D. Powers, 2003. Design of Road Culverts for Fish Passage. Washington Department of Fish and Wildlife.

Bates, K. & P. Powers, 1998. Upstream passage of juvenile coho salmon through roughened culverts. In: M. Jungwirth, S. Schmutz & S. Weiss eds. Fish Migration and Fish Bypasses: Oxford, Fishing News Books. 192- 202.

Boubée, J., I. Jowett, S. Nichols & E. Williams, 1999. A review, with possible solutions for New Zealand indigenous species. In: Fish passage at culverts. National Institute of Water and atmospheric research 1-22.

Britski, H. A., Y. Sato & A. B. S. Rosa, 1988. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. 3 ed. Brasília CODEVASF 115p.

Buckup, P. A, 1999. Sistemática e biogeografia de peixes de riachos. In Caramaschi, E. P. R., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto eds. Ecologia de Peixes de Riachos. Oecologia Brasiliensis 91-138.

Castro, R. M. C & N. A. Menezes, 1998. Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo. In: R. M. C. Castro, C. A. Joly & C. E. M. Bicudo, orgs. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. vol 6 Vertebrados. WinnerGraph FAPESP 1-13.

Castro, J., 2003. Geomorphologic impacts of culvert replacement and removal: Avoiding channel incision. Oregon fish and wildlife office, Portland, OR 1-19.

Castro, R. M. C., L. Casatti, H. F. Santos, K. M. Ferreira, A. C. Ribeiro, R. C. Benine, G. Z. P. Dardis, A. L. A. Melo, T. X. Abreu, F. A. Bockmann, M. Carvalho, F. Z. Gibran & F. C. T. Lima, 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. Biota Neotropica 3: 1-31.

Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto, 1999. Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas. Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ 6, 260.

Celestino, E. F., 2010. Avaliação das Condições Ambientais de Segmentos Fluviais Interceptados por Tubulações. Exame geral de qualificação, mestrado Recursos Pesqueiro e Engenharia de Pesca.

Celestino, E. F., E. L. A. Kashiwaqui, J. R. Mariano, M. C. Makrakis & S. Makrakis, 2011. Métodos de coleta para avaliação longitudinal da ictiofauna em riachos interceptados por tubulações. In: Ecologia de estradas no Brasil.

Clay, C. H., 1995. Design of Fishways and Other Fish Facilities, 2nd ed., Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo 248 p.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). 2004. Drenagem-Bueiros celulares de concreto - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, Norma, Rio de Janeiro-Diretoria de Planejamento e Pesquisa/Instituto de Pesquisas Rodoviárias/DNIT-025/2004-ES, 8 p.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). 2006. Drenagem-Bueiros tubulares de concreto - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, Norma, Rio de Janeiro/Diretoria de Planejamento e Pesquisa/Instituto de Pesquisas Rodoviárias/DNIT-023/2006-ES, 8 p.

EaD, S. A., N. Rajaratnam & C. Katopodis, 2002. Generalized Study of Hydraulics of Culvert Fishways. Journal of Hydraulic Engineering 128: 1018-1022.

Egan, A., A. Jenkins & J. Rowe, 1996. Forest roads in West Virginia, USA: identifying issues and challenges. Journal of Forest Engineering 7: 33-40.

Ferreira, A., F. R. Paula, S. F. B. Ferraz, P. Gerhard, E. L. A. Kashiwaqui, J. E. P. Cyprino & L. A. Martinelli, 2011. Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams. Ecology of Freshwater Fish.

Forman, R. T. T. & R. D. Deblinger, 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. Conservation Biology 14: 36-46.

Froese, R. & D. Pauly. Editors, 2010. FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <http://fishbase.org/search.php> (ultimo acesso 20 janeiro 2011).

Garutti, V. & H. A. Britski, 2000. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Porto Alegre, 13: 65-88.

Graça, W. J. & C. S. Pavanelli, 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: Eduem. 241p.

Gomiero, L. M., F. M. S. Braga, 2003. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichidae) no reservatório de Volta Grande, Rio Grande- MG/SP. Acta Scientiarum: Biological Sciences, Maringá25: 79-86.

- Kapitzke, I R., 2010. Culvert fishway planning and design guidelines. James Cook University, Townsville, Australia 2: 4-10.
- Katopodis, C., 1993. Fish Passage at Culvert Highway Crossings, Presentation notes at the conference on "Highways and the Environment", Department of Fisheries and Oceans. Freshwater Institute, Winnipeg, Man.
- Langeani, F., R. M. C. Castro, O. T. Oyakawa, O. A. Shibatta, C. S. Pavanelli & L. Casatti, 2007. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica* 7: 181-197.
- Laurinier, M., 1998. Upstream and downstream fish passage experience in France. In: Jungwirth, M., S. Schmutz & S. Weiss eds. *Fish migration and fish bypasses*. Fishing News Books, Oxford 127- 144.
- Le Cren, E. D., 1951. The length - weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal Animal Ecology*, Oxford, 20: 201-219.
- Lobón-Cerviá, J. & S. T. Bennemann, 2000. Temporal trophic shifts and feeding diversity in two sympatric, neotropical, omnivorous fishes: *Astyanax bimaculatus* and *Pimelodus maculatus* in rio Tibagi (Paraná, Southern Brazil). *Archives of Hydrobiology* 149: 285-306.
- Maistro, E. L., C. Oliveira & F. Foresti, 2001. Cytogenetic characterization of a supranumerary chromosome segment and of B-chromosomes in *Astyanax scabripinnis* (Teleostei, Characidae). *Genetica*, Holanda 110: 177-183.
- Makrakis, S., M. C. Makrakis, R. L. Wagner, J. H. P. Dias & L. C. Gomes, 2007. Utilization of the fish ladder at the Engenheiro Sergio Motta Dam. Brazil, by long distance migrating potamodromous species. *Neotropical Ichthyology* 5: 197-204.
- Meffe, G. K., & C. R. Carroll, 1997. *Principles of Conservation Biology*. Second edition. Sinauer and Associates Inc., Sunderland, MA. 729 p.
- Nislow, K. H., M. Hudy, B. H. Letcher & E. P. Smith, 2011. Variation in local abundance and species richness of stream fishes in relation to dispersal barriers: implications for management and conservation. *Freshwater Biology*. doi: 10.1111/j.1365-2427.2011.02634.x
- Nomura, H., 1975. Fecundidade, maturação sexual e índice gonadosomático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro 35: 775-798.

- Patric, J. H., 1976. Soil erosion in the eastern forest. *Journal of Forestry* 74: 671-677.
- Santos, H. A.; P. S. Pompeu & C. B. Martinez, 2007. Swimming performance of the migratory Neotropical fish *Leporinus renhardti* (Characiformes: Anostomidae) *Neotropical Ichthyology* 5: 139-146.
- Suarez, Y. R. & Lima-Junior, S. E., 2009. Variação espacial e temporal nas assembleias de peixes de riachos na bacia do rio Guiraí, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica* 9: 101-111.
- Suzuki, 1999. Estratégias reprodutivas de peixes relacionadas ao sucesso na colonização em dois reservatórios do rio Iguacu, Pr, Brasil. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos.
- Suzuki, H. I., A. E. A. M. Vazzoler, E. E. Marques, M. A. Perez-Lizama & P. Inada, 2004. Reproductive ecology of the fish assemblages. In S. M. Thomaz, A. A. Agostinho & N. S. Hahn, *The Upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden 271-292.
- Tavares- Dias, M., J. L. Marcon, J. R. G. Lemos, J. D. I. Fim, E. G. Affonso & E. A. Ono, 2008. Índices de condição corporal em juvenis de *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) na Amazônia. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo* 34: 197-204.
- Uieda, V. S. & R. M. C. Castro, 1999. Coleta e fixação de peixes de riachos. In: E. P. Caramaschi, R. Mazzoni & P. R. Peres- Neto eds. *Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis*. PPGE- UFRJ Rio de Janeiro, Brasil.
- Vander Pluym, J. L., D. B. Eggleston & J. F. Levine, 2008. Impacts of road crossings on fish movement and community structure. *Journal of Freshwater Ecology* 23: 565- 574.
- Voight, H. N., 1999. Assessment of juvenile salmonid populations in two index reaches of McGarvey Creek, a tributary to the lower Klamath River, CA. First year of investigations-1998. Habitat Assessment and Biological Monitoring Division. Technical Report no 7, November, 11p.
- Vazzoler, A. E. A. M., 1981. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento. Brasília, CNPq, Programa Nacional de Zoologia 108p.
- Vazzoler, A. E. A. M., 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM 196p.

Veregue, A. M. L. & M. L. Orsi, 2003. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 97-105.

Vilella, F. S., F. G. Becker & S. M. Hartz, 2002. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in na Atlantic Forest River in Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 45: 223-232.

Warren, M. L. & W. G. Pardew, 1998. Road crossings as barriers to small-stream fish movement. *Transactions of the American Fisheries Society* 127:637-644.

Wellman, J. C., D. L. Combs, & S. B. Cook, 2000. Long-term impacts of bridge and culvert construction or replacement on fish communities and sediment characteristics in streams. *Journal of Freshwater Ecology* 15: 317-328.

Yokoyama, R. & S. Yokoyama, 1990. Convergent evolution of the red-and green-like visual pigment genes in fish, *Astyanax fasciatus*, and human. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 87: 9315-9318.