



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS CERRO LARGO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E TECNOLOGIAS**  
**SUSTENTÁVEIS**

**GABRIELA MARTINE**

**DISTRIBUIÇÃO DO ICTIOPLÂNCTON EM DIFERENTES MICRO-HABITATS DO**  
**MÉDIO RIO URUGUAI, BRASIL**

**CERRO LARGO**

**2019**

**GABRIELA MARTINE**

**DISTRIBUIÇÃO DO ICTIOPLÂNCTON EM DIFERENTES MICRO-HABITATS DO  
MÉDIO RIO URUGUAI, BRASIL**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Linha de Pesquisa: Qualidade ambiental

Orientador: Prof. Dr. David Augusto Reynalte-Tataje

**CERRO LARGO**

**2019**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Martine, Gabriela  
DISTRIBUIÇÃO DO ICTIOPLÂNCTON EM DIFERENTES  
MICRO-HABITATS DO MÉDIO RIO URUGUAI, BRASIL / Gabriela  
Martine. -- 2019.  
42 f.

Orientador: Doutor David Augusto Reynalte-tataje.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da  
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e  
Tecnologias Sustentáveis-PPGATS, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Reprodução de peixes. 2. Ovos e larvas. 3.  
Distribuição espacial. 4. Áreas de berçário. 5. Médio  
rio Uruguai. I. Reynalte-tataje, David Augusto, orient.  
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**GABRIELA MARTINE**

**DISTRIBUIÇÃO DO ICTIOPLÂNCTON EM DIFERENTES MICRO-HABITATS DO  
MÉDIO RIO URUGUAI, BRASIL**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Área de Concentração: Monitoramento, Controle e Gestão Ambiental

Linha de Pesquisa: Qualidade ambiental

Orientador: Prof. . Dr. David Augusto Reynalte-Tataje

Esta Dissertação foi defendida e aprovada pela banca em: 12/04/2019

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. David Augusto Reynalte-Tataje  
(Universidade Federal da Fronteira Sul)



---

Prof. Dr. Fernando Mayer Pelicice  
(Universidade Federal do Tocantins)



---

Prof. Dr. Ivan González Bergonzoni  
Polo de Desarrollo Universitario, Universidad de la República

Aos meus avós (*in memorian*), por ter tido a oportunidade de partilhar importantes momentos da vida com eles.

Ao meu amado tio e padrinho Santo (*in memorian*), meu pai do coração, que sempre me incentivou na carreira acadêmica e na vida.

Aos meus pais Teresinha e Genésio, e aos meus irmãos, Raquel e Rafael, por tudo o que significam para mim. Amo-os.

## **Agradecimentos**

A Deus, por ser meu suporte para superar os obstáculos da vida.

A Universidade Federal da Fronteira Sul, que oportunizou o começo de tudo, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis (UFFS, *Campus Cerro Largo*), pela janela que hoje vislumbro.

Ao Prof. Dr. David Augusto Reynalte-Tataje, pela orientação e por todo apoio dedicado a mim desde a graduação, especialmente pela valiosa amizade concretizada durante esta trajetória.

A minha família, em especial aos meus pais, Genésio e Teresinha, e aos meus irmãos, Rafael e Raquel, por serem a base para tudo em minha vida e por fornecerem o suporte para que eu pudesse batalhar por meus sonhos.

A minha mãe, por ser meu porto seguro, me encorajando sempre diante das dificuldades. E ao meu pai, por ser meu parceiro incansável de coletas e saídas a campo.

Aos meus queridos colegas e amigos: Paula, Ísis e Juliano, que inicialmente me receberam de braços abertos e me deram apoio fundamental quando iniciei meus estudos com peixes.

Aos pescadores e ribeirinhos que auxiliaram nas saídas de campo, pelo grandioso trabalho e pela disposição em ajudar sempre que fosse necessário.

Aos colegas Marlon e Lucas pelo apoio durante as coletas. Ao colega Marlon, pelo apoio na confecção dos mapas.

Aos queridos colegas do grupo de estudos da biologia: Taciéli, Marthoni, Juliana, Rodrigo, Samuel, Jaíne, Uélinton, Adelita e Rosalva, os quais foram parceiros de saídas a campo, coletas, triagens e companheiros de laboratório e da UFFS.

As minhas amigas do coração: Camila, Elizabete, Giulia e Patrícia, pelos momentos fantásticos que passamos juntas e pela amizade que permanece mesmo a longa distância.

Finalmente aos demais, que embora não citados aqui, participaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho. De coração, obrigada a todos.

## RESUMO

As pesquisas relacionadas ao ictioplâncton fornecem informações relevantes sobre o seu desenvolvimento inicial, porém para a bacia do médio rio Uruguai, pouco se sabe quais ambientes são preferidos pelas larvas de peixes durante o início do seu ciclo de vida. A partir disso, este trabalho objetivou avaliar cinco microhabitats em três estações amostrais no médio rio Uruguai, localizadas nos municípios de Porto Mauá, Porto Vera Cruz e São Nicolau, no RS, as quais foram respectivamente nomeadas como PM, PVC e SN. Foram realizadas coletas mensais noturnas, de novembro de 2017 a janeiro de 2018, totalizando 180 amostragens. A distribuição espacial das estações amostrais situa-se em um trecho de aproximadamente 150 km. Cada estação amostral apresenta quatro micro-habitats no Rio Uruguai: corredeira, ilha, margem e poço; e um próximo à foz de um rio tributário: rio Santa Rosa (PM), rio Amandaú (PVC) e rio Piratinim (SN). Em todos os pontos foram efetuadas coletas ativas a partir de arrastos com rede de plâncton cônico-cilíndrica de malha 500 µm. Mensalmente foram mensuradas as variáveis: transparência, velocidade, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH, profundidade e o nível do rio. As amostras coletadas foram fixadas em formol 4%, triadas e identificadas em nível de espécie. Os estágios larvais considerados foram: larval vitelino (LV), larval pré-flexão (LP), larval flexão (LF) e larval pós-flexão (LPO). Foram capturadas 1.523 larvas, sendo quatro ordens, 14 famílias, 27 gêneros e 20 espécies. Destas, 92,12% pertencem a ordem Siluriforme, sendo a família Pimelodidae (89,43%) a mais abundante, destacando-se as espécies *Parapimelodus valenciennis* (50,10%), *Pimelodus maculatus* (15,30%) e *Iheringichthys labrosus* (8,14%). Também foram capturadas espécies de peixes migradores (17%): os Characiformes *Megaleporinus obtusidens* e *Salminus brasiliensis* e os Siluriformes *Luciopimelodus pati*, *P. maculatus*, *Pseudoplatystoma corruscans* e *Sorubim lima*. Temporalmente não houve diferença estatística significativa quanto à distribuição de larvas nos meses de coleta. Em relação às larvas totais/10m<sup>3</sup> e as estações amostrais, PVC apresentou as maiores densidades. Quanto aos estágios larvais e às estações amostrais, LV apresentou a maior densidade na estação PM. Para os estágios larvais de pré-flexão, flexão e pós-flexão, verificou-se diferença estatística significativa, em que PVC apresentou as maiores densidades. A CCA revelou os micro-habitats poços e corredeiras mais agrupados e segregados dos ambientes ilha, margem e tributário. A CCA1 mostrou que a velocidade da água, a profundidade e a transparência da água são os fatores mais importantes para a distribuição dos estágios larvais. O estágio LV esteve correlacionado positivamente com a velocidade da água e a maior profundidade do ambiente. As larvas em pós-flexão relacionaram-se principalmente com a maior transparência e inversamente relacionadas com a profundidade e velocidade da água. A nMDS revelou clara segregação espacial entre os micro-habitats canal e a ilha dos de margem e o tributário. De acordo com os resultados, conclui-se que a estação amostral PVC apresentou as maiores densidades de larvas de peixes, e o micro-habitat Ilha representa o local de maior incidência de larvas totais, o que o caracteriza como berçário de larvas de peixes em estágios iniciais, principalmente de Siluriformes.

**Palavras-chave:** Reprodução de peixes. Ovos e larvas. Distribuição espacial. Áreas de berçário. Médio rio Uruguai.

## ABSTRACT

Research related to ichthyoplankton provides relevant information about its initial development, but for the Uruguay River basin, little is known about which environments are preferred by fish larvae during the early stages of their life cycle. From this, the objective of this work was to evaluate five microhabitats in three sample stations in the middle Uruguay River, located in the municipalities of Porto Mauá, Porto Vera Cruz and São Nicolau, RS, respectively. Monthly collections were carried out at night, from November 2017 to January 2018, totaling 180 samplings. The spatial distribution of the sampling stations lies in a stretch of approximately 150 km. Each sampling station presents four microhabitats in the Uruguay River: rapids, island, margin and well; and one near the mouth of a tributary river: Santa Rosa River (PM), Amandaú River (PVC) and Rio Piratinim (SN). At all points, active collections were carried out from trawls with a mesh of 500  $\mu\text{m}$  conical-cylindrical plankton. The variables: transparency, velocity, temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity, pH, depth and river level were measured monthly. The samples collected were fixed in 4% formaldehyde, sorted and identified at the species level. The larval stages considered were: vitelline larval (LV), pre-flexion larval (LP), larval flexion (LF) and post-flexion larval (OLP). 1,523 larvae were captured, four orders, 14 families, 27 genera and 19 species. Of these, 92.12% belong to the Siluriform order, with the Pimelodidae family (89.43%) being the most abundant, being *Parapimelodus valenciennis* (50.10%), *Pimelodus maculatus* (15.30%) and *Iheringichthys labrosus* (8.14%). Migratory fish species were also captured: the Characiformes *Megaleporinus obtusidens* and *Salminus brasiliensis* and the Siluriformes *Luciopimelodus pati*, *Pimelodus maculatus*, *Pseudoplatystoma corruscans* and *Sorubim lima*. There was no statistically significant difference in larval distribution in the collection months ( $p > 0.05$ ). Regarding the total larvae / 10m<sup>3</sup> and the sampling stations, PVC had the highest densities ( $p < 0.05$ ). As for the larval stages and the sampling stations, LV presented the highest density in the PM station ( $p < 0.05$ ). For the larval stages of pre-flexion, flexion and post-flexion, there was a significant statistical difference ( $p < 0.05$ ), in which PVC presented the highest densities. The CCA revealed the most grouped and segregated wells and rapids of the island, margin and tributary ( $P < 0.05$ ) microhabitats. The CCA1 showed that water velocity ( $p < 0.05$ ), depth ( $p < 0.05$ ) and water transparency ( $p < 0.05$ ) were the most important factors for the distribution of larval stages. The LV stage ( $p < 0.05$ ) was positively correlated with water velocity and the greatest depth of the environment. Post-flexion larvae ( $p < 0.05$ ) were mainly related to greater transparency and inversely related to water depth and velocity. The NMDS revealed clear spatial segregation between the channel and island microhabitats of the margin and the tributary. According to the results, it is concluded that the PVC sampling station had the highest densities of fish larvae, and the micro-habitat Ilha represents the site of higher incidence of total larvae, which characterizes it as a nursery of fish larvae in initial stages, mainly Siluriformes.

**Keywords:** Reproduction of fish. Eggs and larvae. Spatial distribution. Nursery areas. Medium river Uruguay.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Área de estudo situando as estações amostrais, em que PM = Porto Mauá, PVC = Porto Vera Cruz e SN = São Nicolau, localizados no médio Uruguai, sul do Brasil.....12
- Figura 2.** Rede de plâncton cônico-cilíndrica.....13
- Figura 3.** Resultado da nMDS aplicada a matriz de dados de abundância dos táxons coletados no rio Uruguai (RS), no período de novembro/2017 e janeiro/2018.....17
- Figura 4.** Resultado da análise de Kruskal-Wallis, valores médios e erro padrão da densidade de larvas de peixes capturados no Médio rio Uruguai (RS) no período de novembro de 2017 a janeiro de 2018. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa. N= Novembro; D= Dezembro e J= Janeiro.....17
- Figura 5.** Resultado da análise de Kruskal-Wallis e valores médios e erro padrão da densidade de larvas de peixes e seus diferentes estágios de desenvolvimento nas estações de amostragem localizados no Médio rio Uruguai nos municípios de: PM (Porto Mauá, RS), PVC (Porto Vera Cruz, RS) e SN (São Nicolau, RS) e coletados no período de novembro de 2017 a janeiro de 2018. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa.....18
- Figura 6.** Resultado da análise de Kruskal-Wallis e valores médios e erro padrão da densidade de larvas de peixes e seus diferentes estágios de desenvolvimento capturados em diferentes micro-habitats localizados no Médio rio Uruguai (RS) e coletados no período de novembro de 2017 a janeiro de 2018. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa.....20
- Figura 7.** Resultado da Análise de Correspondência Canônica (CCA) aplicada a matriz de dados abióticos e estágios larvais de peixes coletados no Médio rio Uruguai (RS) no período de novembro de 2017 e janeiro de 2018. Estágios larvais: LV= Larval vitelínica; PF=Pré-flexão; F= Flexão e POF= Pós-flexão. Micro-habitats: C= Corredeira rio Uruguai; P= Poço rio Uruguai; M= Margem rio Uruguai; I= Ilha rio Uruguai e T= Tributário.....22

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Composição taxonômica, estratégia reprodutiva da espécie (ER) e densidade média de larvas de peixes/10m<sup>3</sup> capturados em diferentes micro-habitats do médio rio Uruguai (RS – Brasil) no período reprodutivo de novembro de 2017 a janeiro de 2018. C=Corredeira, M=Margem, T=Tributário, I=Ilha e P=Poço.....15

**Tabela 2** - Resultado da Análise de Correspondência Canônica (CCA) aplicada a matriz de dados abióticos e estágios larvais de peixes coletados no Médio rio Uruguai (RS) no período de novembro de 2017 e janeiro de 2018. Teste de Monte Carlo para a significância do primeiro eixo da ordenação  $P < 0,05$  (n =999 permutações). Valores em negrito foram estatisticamente significativos ( $P < 0,05$ ).....21

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro1.</b> Caracterização dos micro-habitats do médio rio Uruguai considerados neste estudo.....	13
---	----

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1 PEIXES NEOTROPICAIS E MIGRAÇÃO COMO ESTRATÉGIA REPRODUTIVA .....	7
2.2 ESTUDOS COM ICTIOPLÂNCTON: A IMPORTÂNCIA DE MICRO-HABITATS E O DESENVOLVIMENTO DE PEIXES EM ESTÁGIOS INICIAIS .....	8
3 METODOLOGIA.....	11
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	11
3.2 COLETAS E AMOSTRAGEM .....	13
3.3 ANÁLISE NO LABORATÓRIO.....	14
3.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	14
4 RESULTADOS .....	15
4.1 ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO ICTIOPLÂNCTON.....	15
4.2 ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE LARVAS .....	17
4.3 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS LARVAS DE PEIXES .....	18
4.4 RELAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DOS ESTÁGIOS LARVAIS DE PEIXES E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	23
5 DISCUSSÃO .....	24
6 CONCLUSÕES .....	30
REFERÊNCIAS.....	31

## 1 INTRODUÇÃO

Em rios, a estrutura física do ambiente e, portanto, do habitat, é definida em grande parte por processos físicos. Para compreender a biodiversidade, a produção e a sustentabilidade dos ecossistemas fluviais, é necessário considerar o papel central que os habitats têm no ciclo de vida dos organismos (POFF et al., 1997; REYNALTE-TATAJE et al., 2008; BARZOTTO et al., 2015). A maioria dos organismos movimentam-se, podendo assim ser encontrados em diferentes ambientes, tendo em suas fases iniciais dos peixes amplos requisitos de habitats no sentido espacial e temporal. Desta forma, são poucas as espécies que tem todo seu ciclo de vida restrito a um só ambiente (REYNALTE-TATAJE et al., 2008), é o caso do ciprinídeo *Rutilus rutilus* que na sua fase larval utiliza principalmente ambientes rasos e lênticos e na fase juvenil usufrui de ambientes mais lóticos (COPP, 1990) e também dos peixes do rio Paranapanema, onde as larvas são mais encontradas nas lagoas e os juvenis nos tributários (GARCIA et al., 2018). Assim, a maior parte das espécies se mobiliza tentando alcançar os ambientes mais adequados para seu desenvolvimento. Contudo, para que as larvas garantam o sucesso no seu desenvolvimento elas precisam ingressar em áreas adequadas, longe da ameaça de predadores e fortes correntes (REYNALTE-TATAJE et al., 2008).

A presença de trechos lóticos ou velocidade de fluxo é uma característica inerente em ambientes aquáticos sendo considerado um dos principais fatores estruturadores das populações, uma vez que determina o padrão de ocupação do ambiente pelos organismos (SHIELDS; RIGBY, 2005). Nesse sentido, os peixes devem se adaptar evolutivamente à velocidade de corrente, além de outros parâmetros físicos, evitando serem carreados pela mesma, sendo que para isso, muitas vezes utilizam-se de abrigos hidráulicos criados pela própria diversidade de habitats (GAUDIN; SEMPESKI, 2001).

O conhecimento sobre a ecologia de ovos e larvas é valioso porque sua distribuição e exigências ambientais são distintos aos encontrados para juvenis e adultos (WERNER, 2002). A grande diversidade de ambientes e espécies, sem dúvida, leva a uma grande variedade de padrões no uso do hábitat e, por isso, a extrema simplificação dos mecanismos utilizados para o sucesso no recrutamento,

pode resultar em grandes danos para manutenção das populações devido a ações antrópicas (SILVA et al., 2012; SIMAS; REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI-FILHO, 2014).

Apesar da importância de saber onde se encontram os primeiros estágios dos peixes, o nível de entendimento a respeito dos requerimentos de hábitat para os estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes é incipiente, inviabilizando atualmente, uma adequada avaliação de todos os fatores capazes de regular as populações. Nesse sentido, ganha força às ações que visam à identificação de possíveis áreas utilizadas como criadouros naturais, além dos estudos relacionados às mudanças ontogênicas, como morfologia, crescimento e alimentação (SILVA et al., 2012).

As áreas de remanso, muito comuns em rios com padrão meândrico, têm sido identificadas como importantes locais de crescimento para peixes de rios de planície de inundação (KING, 2004). Entretanto, a utilização pelas larvas dessas áreas e de outros macro e micro-habitats existentes no curso do rio, ainda continuam sem esclarecimento devido à escassez de estudos. Desta forma, surgem alguns questionamentos, tais como: Quais os micro-habitats que podem ser considerados como berçários para comunidade de peixes reofílicos? Como é a distribuição dos estágios de desenvolvimento nos diferentes micro-habitats? Ocorrem migrações entre micro-habitats ao longo do desenvolvimento ontogênico? Existe alguma relação entre a escolha do micro-habitat e a espécie ou estágio de desenvolvimento?

O presente estudo testa a hipóteses que o mosaico heterogêneo do canal do rio Uruguai favorece a segregação dos diferentes estágios larvais e da comunidade ictioplanctônica (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). Desta forma o objetivo do trabalho foi comparar diferentes micro-habitats na calha principal do rio Uruguai quanto a estrutura ontogênica dos estágios iniciais e a estrutura da comunidade ictioplanctônica.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PEIXES NEOTROPICAIS E MIGRAÇÃO COMO ESTRATÉGIA REPRODUTIVA

Pouco se sabe sobre os locais de alimentação e crescimento de larvas de peixes, porém, Hahn et al., (2004) sugere que o crescimento de larvas ocorre preferencialmente no médio rio Uruguai. Desta forma, informações precisas sobre áreas de desova e berçários naturais são relevantes para identificar áreas críticas de conservação de espécies, visando práticas de manejo adequadas para a conservação das mesmas (NAKATANI et al., 2001; SILVA et al., 2012). Entretanto sabe-se que espécies de peixes neotropicais apresentam estratégias reprodutivas relacionadas às condições à que são expostas (REYNALTE-TATAJE, 2007), sendo um ciclo de suma importância, sobre o qual depende o recrutamento de novas gerações (AGOSTINHO et al., 2005).

No alto Rio Uruguai, estudos indicam que aproximadamente metade das espécies catalogadas realizam migração durante a época de reprodução, sendo que a maioria são espécies de grande porte (REYNALTE-TATAJE, 2008), os quais necessitam de grandes espaços para a reprodução, crescimento e sobrevivência (AGOSTINHO, 2002). Entre as principais espécies de peixes migradores de grande porte, estudos evidenciam a presença dos peixes de escama *Salminus brasiliensis*, *Brycon orbignyana*, *Prochilodus lineatus*, *Rhaphiodon vulpinus* e *Megaleporinus obtusidens*; entre os bagres migradores destacam-se *Pseudoplatystoma corruscans*, *Steindachneridion scriptum*, *Sorubim lima*, *Pseudopimelodus mangurus*, *Pimelodus maculatus*, *Pterodoras granulosus* e *Luciopimelodus pati* (BERTACO et al., 2016).

Na região Neotropical, espécies de peixes migradores são conhecidas pela característica de realizar deslocamentos a montante ao longo do rio para se reproduzir (MENEZES; VAZZOLER, 1992), que podem ser desencadeados principalmente pela temperatura, fotoperíodo e pelo período do regime de chuvas que ocorre na bacia (AGOSTINHO et al., 2003; ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003).

## 2.2 ESTUDOS COM ICTIOPLÂNCTON: A IMPORTÂNCIA DE MICRO-HABITATS E O DESENVOLVIMENTO DE PEIXES EM ESTÁGIOS INICIAIS

Estudos realizados em rios de regiões temperadas têm demonstrado que a complexidade geomorfológica e hidrológica, presente nos diferentes ambientes que as compõem, é importante para o ciclo de vida das espécies reofílicas (HUMPHRIES et al., 1999). Isso tem sido verificado claramente em ambientes modificados como canais, onde a ausência de mosaico de ambientes tem contribuído para o declínio da biodiversidade da ictiofauna (REYNALTE-TATAJE et al., 2008). Apesar da importância dessas variações no mosaico do canal do rio verificadas em outras bacias hidrográficas, pouco se sabe sobre sua real importância no ciclo de vida dos peixes na bacia do rio Uruguai. Para o Médio Uruguai, por exemplo, se desconhece que tipo de micro-habitats funcionaria melhor como local de alimentação das larvas de peixes.

Atualmente os estudos de ictioplâncton no rio Uruguai estão limitados à porção alta, existindo poucos ou até mesmo ausência de estudos no médio rio Uruguai (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003). Os poucos estudos realizados no Rio Uruguai que estão ocorrendo na sua porção alta, indicam que regiões de corredeiras são propícias para a desova e deriva de larvas, sendo que larvas de peixes também são encontradas em pequenos trechos como poços e na confluência de tributários (REYNALTE-TATAJE, 2008; SILVA; REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI-FILHO, 2012; SIMAS, 2014). Assim, faltam estudos que objetivem verificar a importância dos diferentes ambientes presentes nos rios nas fases iniciais dos peixes desta bacia.

Por apresentarem vários estágios de vida bem distintos, os peixes necessitam diferentes micro-habitats, como corredeiras, remansos e lagoas marginais para completar o seu ciclo reprodutivo (SCHLOSSER, 1995). Os locais de crescimento de larvas de peixes são ambientes que proporcionam condições apropriadas ao desenvolvimento inicial do ictioplâncton, as quais incluem baías, canais, lagoas marginais, poços ou margens sem correnteza (AGOSTINHO et al., 1993; REYNALTE-TATAJE et al., 2008). De acordo com Simas (2013), em geral, ambientes de poço apresentam maior quantidade de larvas em estágios mais avançados, enquanto que corredeiras apresentam maior quantidade de ovos e/ou larvas em estágios iniciais.

Os estudos relacionados com a ictiologia são de grande importância, principalmente porque fornecem dados sobre a biologia de peixes em estágios iniciais, além de disponibilizarem informações para inventários ambientais, monitoramento de estoques e manejo de pesca, conhecimento sobre a sistemática, morfologia, estágios de vida, alimentação e comportamento das espécies. Diante disso, a correta identificação de áreas de desova e desenvolvimento inicial de peixes amplia as informações que se tem sobre medidas de orientação e proteção dessas áreas, como por exemplo, mediante estudos de avaliação de impactos ambientais (NAKATANI et al., 2001).

Desta forma, estudos relacionados ao período larval dos peixes indicam que este é caracterizado por inúmeras transformações em que ocorre aumento significativo da biomassa corporal (FUIMAN, 2002). Em grande parte deste estágio, a capacidade natatória ainda não está bem desenvolvida e as larvas tendem a ser mais suscetíveis à fome e à predação (MILLER et al., 1988). Essa suscetibilidade aumentada exige que as larvas exibam requisitos ambientais, comportamentos e necessidades de habitat distintas daquelas dos peixes juvenis e adultos (SNYDER, 1990). O aumento no tamanho, estrutura e capacidade fisiológica começa a desenvolver-se no embrião e muda rapidamente à medida em que as larvas tentam sobreviver (FUIMAN, 2002). Consequentemente, o período larval é caracterizado por alta mortalidade e é considerado um período crítico na dinâmica populacional de muitas espécies (MAY, 1974).

A sobrevivência larval de peixes em estágios iniciais depende da disponibilidade de presas e da alimentação efetiva, ocasionando o fenômeno *match-mismatch*. *Match*, que se caracteriza pela disponibilidade de alimento quando as larvas estão aptas para iniciar a alimentação exógena e *mismatch* quando a disponibilidade de alimento não acompanha o crescimento de larvas (CUSHING, 1974).

O período crítico da primeira alimentação ocorre na primeira semana de vida após a eclosão e os casos de mortalidade de larvas ocorrem justamente neste período (SISMOUR, 1994). Este fator pode ter um efeito profundo na população de larvas de determinados ambientes, mas não é o único período no desenvolvimento larval que influencia a sobrevivência. Descobriu-se que as larvas de peixe que não

têm alimento crescem mais lentamente e sofrem aumento de mortalidade por predadores (HOEY; MCCORMICK, 2004). A baixa abundância de presas em áreas de berçário tem sido associada às más condições do ambiente, baixa sobrevivência e, em alguns casos, baixo crescimento (LIMBURG, 1996).

Embora a fase inicial da vida dos peixes seja geralmente breve, as mudanças fisiológicas e morfológicas que ocorrem durante esse período alteram efetivamente a alimentação, a locomoção e sobrevivência larval (FUIMAN, 2002). A capacidade de natação aumenta de uma maneira previsível em relação à idade e tamanho do desenvolvimento das larvas (FISHER et al. 2000). Além disso, fases distintas do desenvolvimento parecem influenciar o posicionamento larval no ambiente. Variações na dieta de larvas de peixes ou situações de estresse podem provocar diferenças observadas quanto ao local de alimentação relacionado com o tamanho das espécies. Quanto ao ambiente, geralmente as preferências de micro-habitat por peixes em fase larval pode influenciar o crescimento e a alimentação (CHILDS et al., 1998).

O início da história de vida e estudos de desenvolvimento larval podem ter um melhor acompanhamento em ambientes laboratoriais controlados (SISMOUR, 1994) do que em estudos de campo (HÖÖK et al., 2007). No entanto, não se sabe como o crescimento de vida útil e o sucesso da alimentação influenciam a seleção de habitat, ou como o uso de micro-habitat por uma só vez influencia o crescimento dos peixes e o sucesso da alimentação. Sabe-se que as fases larval e juvenil dos peixes são especialmente afetadas pelos impactos hidrodinâmicos, como naqueles peixes cujas fases tem capacidades de natação limitada e são menos capazes de resistir ao fluxo da água (WOLTER; ARLINGHAUS, 2003). Desta forma, os impactos hidrodinâmicos podem afetar a alimentação de larvas de peixe, alterando o sucesso na captura de presas (MACKENZIE; KILLRBOE 1995; MACKENZIE et al. 1994).

Estudos recentes descobriram em espécies marinhas e de água doce que a velocidade de natação aumenta com tamanho e larvas podem nadar mais rápido do que a correnteza tendo assim um potencial para dispersão (FISHER et al. 2005; HENDERSON; JOHNSON, 2010). Nesse sentido, estudos de ictioplâncton em ambientes aquáticos continentais fornecem informações relevantes para a compreensão da biologia e ecologia de espécies em estágios iniciais. Isso permite

que sejam utilizadas técnicas de manejo e proteção das áreas de desova, alimentação e crescimento de peixes, procurando assim, garantir o equilíbrio da ictiofauna presente em uma bacia hidrográfica através de ações conservacionistas a fim de regulamentar também a atividade pesqueira promovendo assim, práticas de exploração sustentáveis (REYNALTE-TATAJE et al. 2008).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Rio Uruguai inicia na confluência entre os rios Pelotas e Canoas, entre o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e, após percorrer 2.200 km de extensão, deságua no Estuário do Rio La Plata, na divisa entre Uruguai e Argentina, sendo importante também por servir como fronteira entre Brasil e Argentina. O perfil do médio Uruguai inicia com altitude média de 130 metros em relação ao nível do mar e percorre aproximadamente 800 km, estendendo-se desde o Salto Yucumã até a Usina Hidrelétrica de Salto Grande localizada entre os países Uruguai e Argentina, apresentando trechos lóticos e com declive médio de 0,16% (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003). No seu trecho médio, o Rio Uruguai caracteriza-se por apresentar trechos lóticos intercalados por poços e, na medida em que avança para a região do bioma Pampa, ocorrem regiões de percurso mais extensas, com menos corredeiras e ambientes de menor declive (MMA, 2006).

O trecho de interesse para o estudo em questão encontra-se no médio rio Uruguai, entre os municípios de Novo Machado e Porto Mauá; e São Nicolau e Garruchos, no RS, região de fronteira com a Argentina, apresentando características hidrológicas preservadas. Apresenta barramentos acima do Salto Yucumã a montante e a jusante a barragem de Salto Grande, na divisa dos países Uruguai e Argentina, a qual também acaba separando o médio do baixo Rio Uruguai. A área de abrangência dos pontos de coleta situa-se em um trecho de aproximadamente 150 km, apresentando 3 estações amostrais com cinco micro-habitats em cada uma delas (Figura 1). Cada estação amostral apresenta quatro pontos no Rio Uruguai e um ponto próximo a foz de um rio tributário.

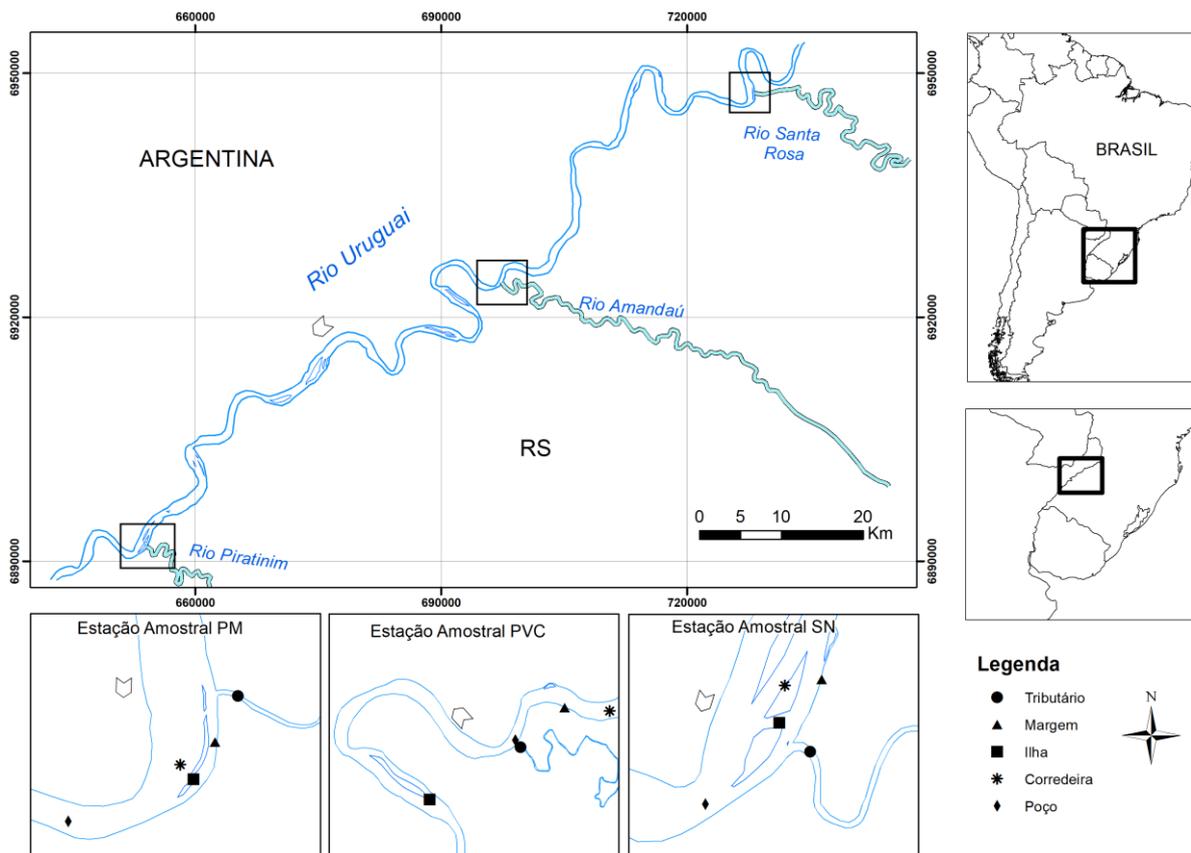


Figura 1. Área de estudo situando as estações amostrais, em que PM = Porto Mauá, PVC = Porto Vera Cruz e SN = São Nicolau, localizados no médio Uruguai, sul do Brasil.

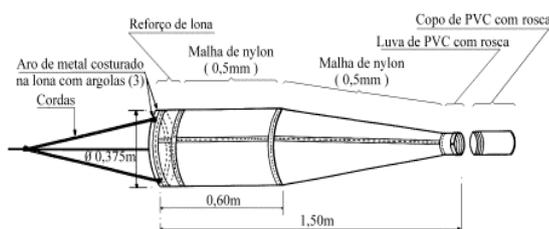
### 3.2 COLETAS E AMOSTRAGEM

As coletas foram realizadas no período de novembro de 2017 a janeiro de 2018, sendo uma coleta mensal nos cinco micro-habitats (Quadro 1) de cada estação amostral, iniciada ao anoitecer, por volta de 21:00 horas.

**Quadro1.** Caracterização dos micro-habitats do médio rio Uruguai considerados neste estudo.

Caracterização dos micro-habitats	
Corredeira	Ambiente distante das margens onde a velocidade da água é mais alta devido a uma menor profundidade do rio
Poço	Ambiente localizado no rio Uruguai caracterizado por apresentar uma reduzida velocidade da água devido a uma maior profundidade em relação aos outros micro-habitats;
Margem	Ambiente litorâneo caracterizado por uma baixa profundidade e movimento da água. Estes ambientes também se caracterizaram pela presença de mata ciliar
Ilha	Porção de terra circundada por água, dentro do Rio Uruguai
Tributário	Ambiente na foz de um afluente de menor porte que deságua no rio Uruguai.

Em todas as estações amostrais foram efetuadas coletas ativas, utilizando rede de plâncton de formato cônico-cilíndrico (Figura 2), a qual consiste em uma malha de náilon de 500  $\mu\text{m}$  presa em uma das extremidades a um aro metálico com aproximadamente 35 cm de diâmetro, de onde partem três cordas que se conectam por um cabo amarrado no barco; na outra extremidade existe um copo coletor com rosca, o qual armazena o ictioplâncton coletado (NAKATANI et al., 2001). Para este tipo de coleta foram utilizadas duas redes de plâncton para arrasto; uma de cada lado do barco, por um período de 10 minutos em cada micro-habitat.



**Figura 2.** Rede de plâncton cônico-cilíndrica.

As amostras de ictioplâncton foram transferidas para frascos de polietileno de 500 ml, etiquetadas com horário, local, tipo de material coletado e data, ambas fixadas em formol a 4%. Durante as coletas foram obtidos dados de fatores abióticos para avaliação de algumas variáveis físico químicas da água, como transparência, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, velocidade e profundidade. Também considerou-se o nível médio da água do Rio Uruguai. Para medir a transparência da água foi utilizado um disco de Secchi. A temperatura e o oxigênio dissolvido foram obtidos a partir de um oxímetro, modelo YSI-55. Para determinar a condutividade elétrica foi utilizado um medidor digital (condutivímetro), Digimed/DM 32. O pH foi obtido a partir de um medidor (pHmetro), Digimed/DM 22. A velocidade da água foi determinada por um fluxômetro mecânico, modelo 2030 R da General Oceanics.

### 3.3 ANÁLISE NO LABORATÓRIO

No laboratório, as amostras foram triadas para separar o ictioplâncton do resto do material coletado com o auxílio de um microscópio estereoscópico em aumento de 10 vezes, sob placa de acrílico do tipo Bogorov, a fim de quantificar, identificar e determinar o estágio de desenvolvimento (REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI-FILHO, 2008). As larvas foram identificadas ao menor nível taxonômico e os estágios larvais considerados foram larval vitelino (LV), larval pré-flexão (PF), larval flexão (F) e larval pós-flexão (POF), segundo Nakatani et al. (2001).

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

As espécies identificadas foram agrupadas de acordo a sua estratégia reprodutiva: Sedentárias e de Longa Migração de acordo com bibliografia especializada (REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI-FILHO, 2008; OTA et al., 2018; ZANIBONI-FILHO et al. *em preparação*). A abundância das larvas foi padronizada para 10m<sup>3</sup> de água filtrada (NAKATANI et al. 2001).

Para identificar possíveis agrupamentos de fauna semelhante entre os micro-habitats, aplicamos uma análise de escalonamento multidimensional não-métrica (nMDS) para resumir a composição da comunidade ictioplanctônica (McCUNE; GRACE, 2002). Obteve-se um índice de confiança (Stress), que determina o grau de proximidade da representação gráfica aos dados reais. O valor de tensão abaixo de

0,20 permite o uso potencial bidimensional (2D) do nMDS. Os dados foram randomizados 100 vezes, e o critério de estabilidade foi de 0,005 desvios padrão no estresse após 249 iterações.

Para avaliar a variação espaço-temporal da abundância de larvas e dos estágios larvais nos diferentes micro-habitats e em cada uma das estações amostrais foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis e, quando estes foram significativos, aplicou-se o teste de separação de médias, a fim de detectar as diferenças. Para avaliar a relação da abundância dos estágios larvais de peixes e as variáveis ambientais foi utilizado o método da CCA (Análise de Correspondência Canônica), o qual forneceu uma relação dos fatores abióticos e estágios larvais de peixes, com posterior teste de Monte Carlo para verificar a significância nos eixos de ordenação. Para todas as análises estatísticas foi utilizado  $\alpha = 0,05$ .

## 4 RESULTADOS

### 4.1 ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DO ICTIOPLÂNCTON

Durante o período da pesquisa, foram capturadas 1.523 larvas. Foram identificadas quatro ordens, 14 famílias, 27 gêneros e 20 espécies. Destas, 1.403 (92,12%) pertencem a ordem Siluriformes, 86 larvas (5,65%) pertencem a ordem Characiformes, 13 (0,85%) pertencem a ordem Gymnotiformes e 5 (0,33%) pertencem a ordem Perciformes. Entre as famílias, a que apresentou a maior abundância de larvas foi Pimelodidae com 89,43% do total capturado. As espécies mais capturadas foram *Parapimelodus valenciennis* (50,10%), *Pimelodus maculatus* (15,30%) e *Iheringichthys labrosus* (8,14%), representando estas três juntas 73,54% do total de larvas. Também foram capturadas seis espécies de peixes migradoras: os Characiformes *Megaleporinus obtusidens* e *Salminus brasiliensis* e os Siluriformes *Luciopimelodus pati*, *P. maculatus*, *Pseudoplatystoma corruscans* e *Sorubim lima* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição taxonômica, estratégia reprodutiva da espécie (ER) e densidade média de larvas de peixes/10m<sup>3</sup> capturados em diferentes micro-habitats do médio rio Uruguai (RS – Brasil) no período reprodutivo de novembro de 2017 a janeiro de 2018. C=Corredeira, M=Margem, T=Tributário, I=Ilha e P=Poço.

Táxons	ER*	Larvas/10m <sup>3</sup> por micro-habitat				
		C	M	T	I	P
<b>CHARACIFORMES</b>						
<b>Anostomidae</b>		<0,01	<0,01	<0,01	2,44	4,77
<i>Leporinus</i> spp.	S	<0,01	2,28	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Schizodon</i> spp.	S	1,04	29,97	8,09	<0,01	6,80
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	S	1,42	10,51	<0,01	2,06	<0,01
<b>Characidae</b>						
<i>Astyanax lacustris</i>	S	<0,01	9,73	<0,01	4,88	<0,01
<i>Astyanax</i> spp.	S	<0,01	2,28	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Astyanax scabripinnis</i>	S	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	4,99
<i>Moenkhausia</i> spp.	S	<0,01	1,96	<0,01	<0,01	1,41
<i>Piabarchus stramineus</i>	S	7,58	10,19	15,62	9,23	9,99
<i>Salminus brasiliensis</i>	ML	1,42	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Curimatidae</b>		<0,01	1,96	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Erythrinidae</b>						
<i>Hoplias</i> spp.	S	<0,01	4,17	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Parodontidae</b>						
<i>Apareiodon affinis</i>	S	1,69	6,25	24,58	6,68	6,78
<b>Trichomycteridae</b>						
<i>Paravandellia bertonii</i>	S	<0,01	2,28	<0,01	<0,01	<0,01
<b>SILURIFORMES</b>						
<b>Auchenipteridae</b>						
<i>Trachelyopterus</i> spp.	S	<0,01	3,00	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Auchenipterus</i> spp.	S	4,71	<0,01	9,11	5,2	15,95
<b>Cetopsidae</b>						
<i>Cetopsis gobioides</i>	S	5,33	2,98	<0,01	2,9	10,3
<b>Doradidae</b>						
<i>Rhinodoras dorbigny</i>	S	<0,01	2,28	<0,01	<0,01	5,14
<b>Heptapteridae</b>						
<i>Pimelodella</i> spp.	S	1,78	19,46	<0,01	<0,01	4,99
<i>Rhamdella longiuscula</i>	S	<0,01	10,75	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Heptapterus mustelinus</i>	S	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	4,99
<b>Loricariidae</b>						
<i>Hypostomus</i> spp.	S	<0,01	13,47	5,44	<0,01	<0,01
<b>Pimelodidae</b>		20,51	9,73	<0,01	260,35	6,7

<i>Iheringichthys labrosus</i>	S	62,96	6,91	<0,01	119,91	24,22
<i>Luciopimelodus pati</i>	ML	1,21	4,68	<0,01	3,51	5,74
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	S	238,02	578,53	1,12	848,01	25,27
<i>Pimelodus maculatus</i>	ML	1,98	<0,01	<0,01	6,14	<0,01
<i>Pimelodus spp.</i>	S	256,10	196,19	<0,01	56,01	131,32
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	ML	<0,01	<0,01	<0,01	8,13	<0,01
<i>Sorubim lima</i>	ML	3,01	<0,01	<0,01	1,31	<0,01

### GYMNOTIFORMES

#### Gymnotidae

<i>Gymnotus carapo</i>	S	1,31	15,46	<0,01	2,94	1,79
<i>Eigenmannia virescens</i>	S	1,31	<0,01	<0,01	1,45	<0,01

### INSERTAE SEDIS

#### Sciaenidae

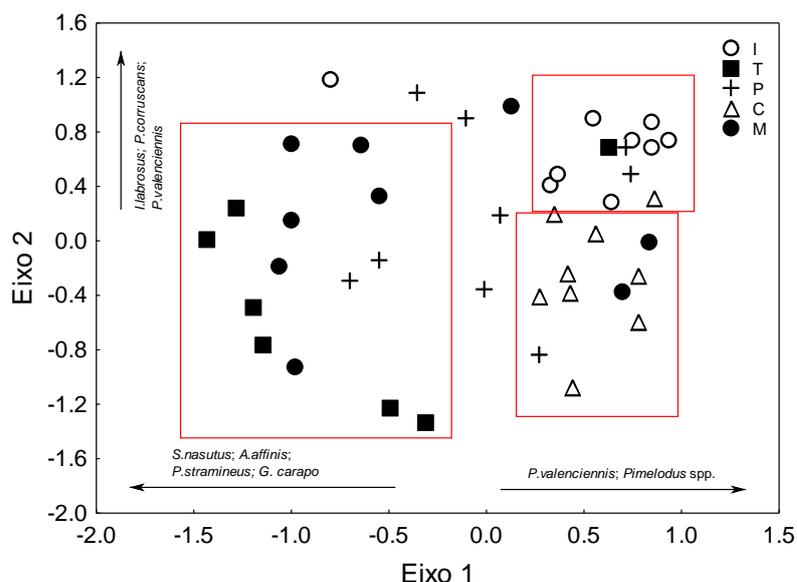
<i>Pachyurus bonariensis</i>	S	<0,01	5,08	<0,01	2,43	3,35
NI**		3,99	5,96	<0,01	9,23	14,31

\*Estratégia reprodutiva: S=Sedentário, ML=Migração Longa

\*\*Não Identificado

## 4.2 ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE LARVAS

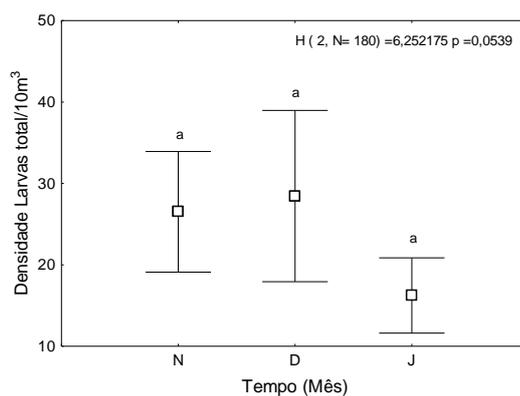
A nMDS resumiu a composição da comunidade ictioplanctônica e separou os micro-habitats de estudo (Fig. 3). O critério de estabilidade foi atendido com uma tensão final de 0,11 (teste de Monte Carlo,  $p < 0,05$ ) para a solução bidimensional. A proporção de variância representada por cada eixo, baseada no R<sup>2</sup> entre distância no espaço de ordenação e distância no espaço original, foi de 0,41 para o Eixo 1 e de 0,25 para o Eixo 2. A distribuição dos micro-habitats ao longo do Eixo 1 segregou no lado esquerdo o canal e a ilha e do lado direito a margem e o tributário. O eixo 2 apresentou uma segregação espacial complementar separando o canal da ilha. O eixo 1 foi impulsionado principalmente pela presença de *Schizodon nasutus* ( $r = -0,42$ ), *Piabarchus stramineus* ( $r = -0,43$ ), *Apareiodon affinis* ( $r = -0,40$ ), *Gymnotus carapo* ( $r = -0,43$ ), *Pimelodus spp.* ( $r = 0,44$ ) e *P. valenciennis* ( $r = 0,42$ ). O eixo 2 foi impulsionado principalmente pela presença de *I. labrosus* ( $r = 0,46$ ), *P. corruscans* ( $r = 0,48$ ) e *P. valenciennis* ( $r = 0,52$ ),



**Figura 3.** Resultado da nMDS aplicada a matriz de dados de abundância dos táxons coletados no Médio rio Uruguai (RS), no período de novembro/2017 e janeiro/ 2018. C=Corredeira, M=Margem, T=Tributário, I=Ilha e P=Poço.

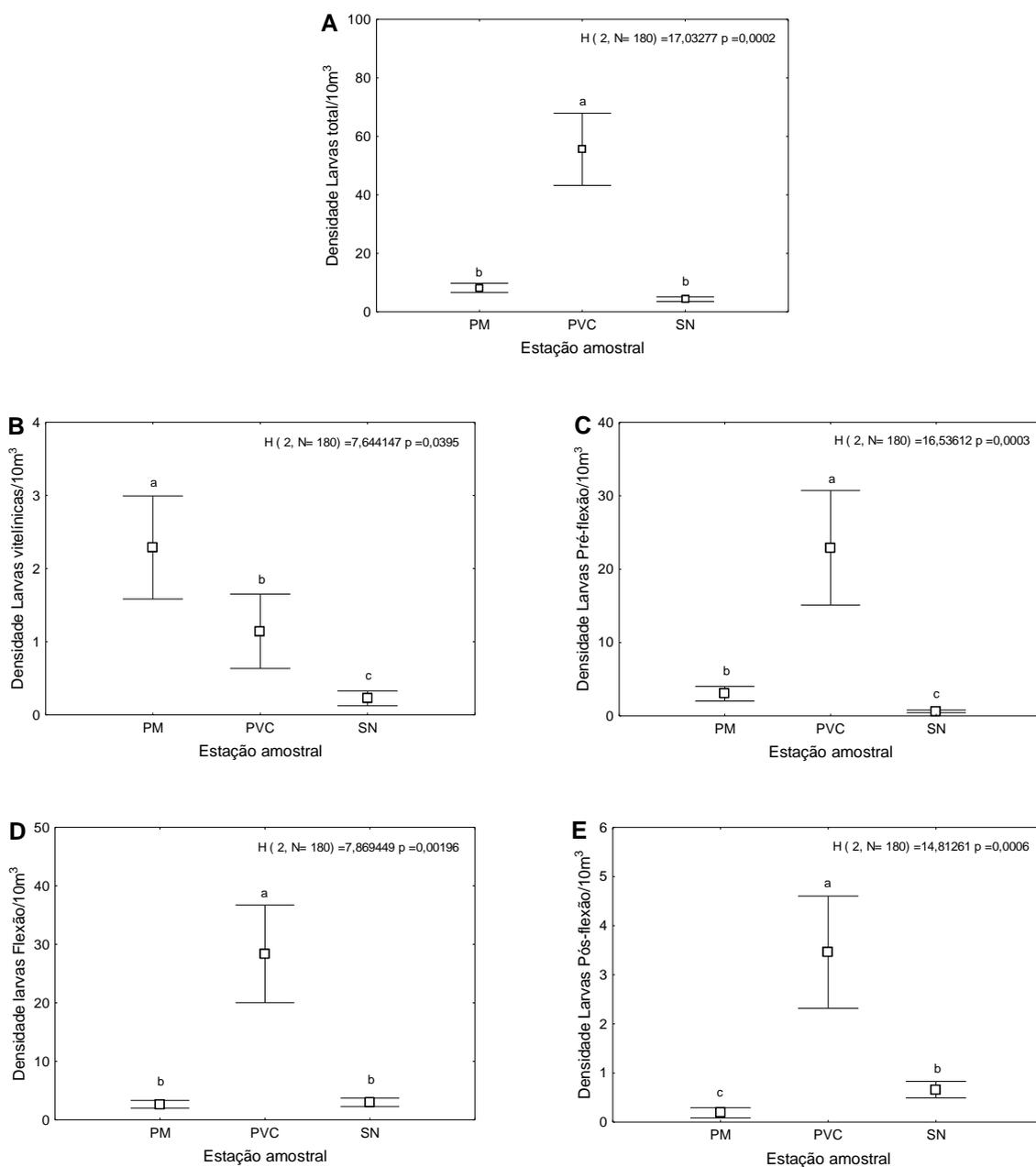
#### 4.3 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS LARVAS DE PEIXES

De acordo com a Kruskal-Wallis, temporalmente não houve diferença estatística significativa quanto à distribuição de larvas de peixes nos meses de coleta ( $p > 0,05$ ; Figura 4).



**Figura 4.** Resultado da análise de Kruskal-Wallis, valores médios e erro padrão da densidade de larvas de peixes capturados no Médio rio Uruguai (RS) no período de novembro de 2017 a janeiro de 2018. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa. N= Novembro; D= Dezembro e J= Janeiro.

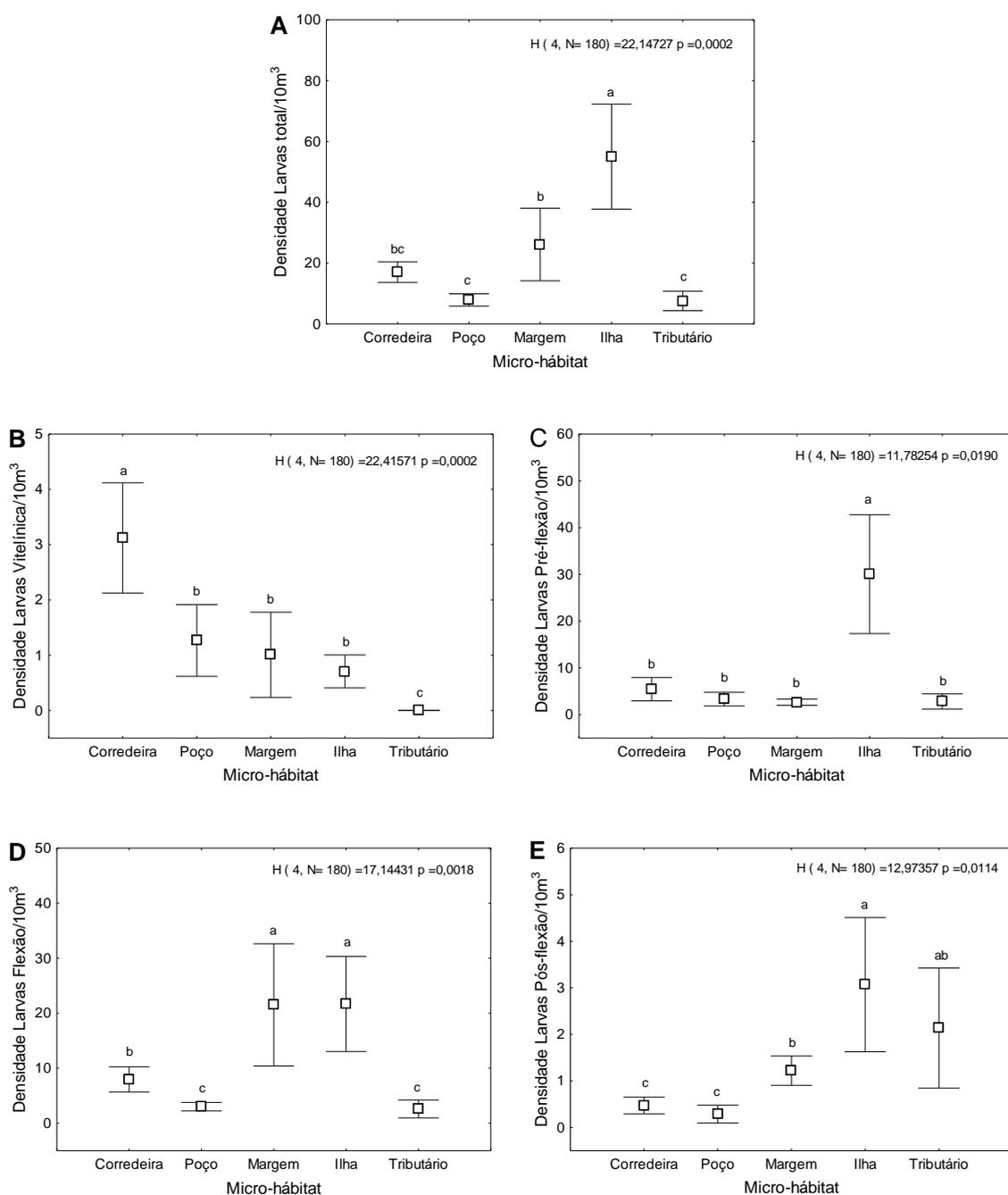
Em relação à densidade de larvas totais/10m<sup>3</sup> e as estações amostrais, o teste de Kruskal-Wallis aponta que houve diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), em que a estação amostral PVC apresenta as maiores densidades de larvas (Figura 5A). Quanto aos estágios larvais relacionados às estações amostrais, verificou-se diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), em que o estágio larval vitelínico apresentou a maior densidade de larvas na estação amostral PM (Figura 5B). Para os estágios larvais de pré-flexão, flexão e pós-flexão, verificou-se diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), cuja estação amostral PVC destaca-se por apresentar as maiores densidades de larvas nestes respectivos estágios (Figuras 5 C, D e E).



**Figura 5.** Resultado da análise de Kruskal-Wallis e valores médios e erro padrão da densidade de larvas de peixes e seus diferentes estágios de desenvolvimento nas estações de amostragem localizados no Médio rio Uruguai nos municípios de: PM (Porto Mauá, RS), PVC (Porto Vera Cruz, RS) e SN (São Nicolau, RS) e coletados no período de novembro de 2017 a janeiro de 2018. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa.

Verificou-se que existe diferença estatística significativa para larvas totais nos diferentes micro-habitats das estações amostrais ( $p < 0,05$ ), em que os micro-habitats Ilha e Margem apresentam respectivamente as maiores densidades de larvas (Figura 6A). Quanto aos estágios larvais constatou-se diferença estatística

significativa ( $p < 0,05$ ), em que o micro-habitat corredeira apresentou as maiores densidades de larvas no estágio larval vitelínico (Figura 6B). Existe diferença estatística significativa para o estágio de pré-flexão ( $p < 0,05$ ), cuja maior densidade verifica-se no micro-habitat Ilha (Figura 6C). Para o estágio de flexão, verificou-se diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), em que os micro-habitats Ilha e Margem apresentam as maiores densidades (Figura 6D). Também verificou-se diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), em que o estágio de pós-flexão apresentou as maiores densidades nos micro-habitats Ilha e Tributário (Figura 6E).



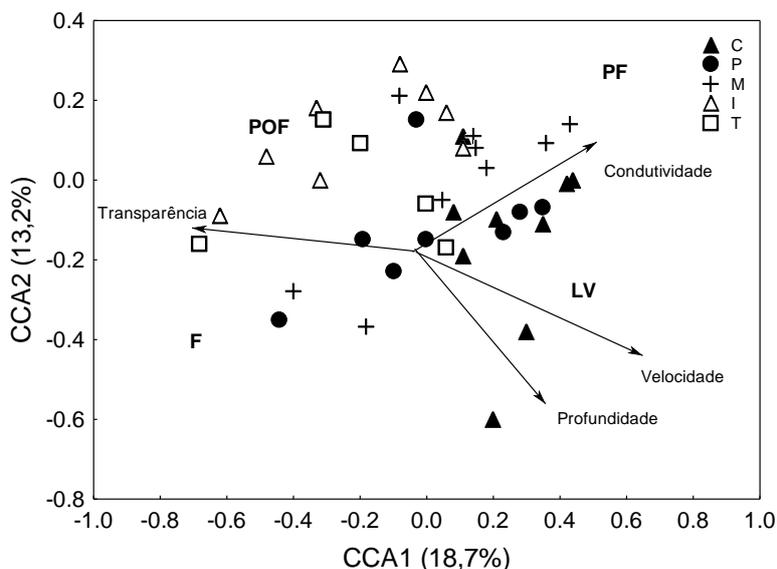
**Figura 6.** Resultado da análise de Kruskal-Wallis e valores médios e erro padrão da densidade de larvas de peixes e seus diferentes estágios de desenvolvimento capturados em diferentes micro-habitats localizados no Médio rio Uruguai (RS) e coletados no período de novembro de 2017 a janeiro de 2018. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa.

#### 4.4 RELAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DOS ESTÁGIOS LARVAIS DE PEIXES E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A CCA explicou 31,9% da variação dos dados e mostra relação significativa entre as variáveis abióticas e bióticas ( $P < 0,05$ ; Tabela 2). O primeiro eixo da CCA foi o único que mostrou significância ( $P < 0,05$ ) e revelou um conspícuo gradiente entre os diferentes micro-habitats, com os ambientes poço e corredeiras mais agrupados e segregados dos ambientes ilha, margem e tributário (Figura 7). O resultado da CCA mostra para a CCA1 que a velocidade da água ( $r=0,53$ ;  $p < 0,05$ ), a profundidade ( $r=0,48$ ;  $p < 0,05$ ) e a transparência da água ( $r=-0,51$ ;  $p < 0,05$ ) são os fatores mais importantes para a distribuição dos estágios larvais (Tabela 2 e Figura 7). O estágio Larval vitelínico ( $r=0.67$ ;  $p < 0,05$ ) esteve correlacionado positivamente com a velocidade da água e a maior profundidade do ambiente, o que demonstra sua maior presença nas estações poço e corredeira. Já as larvas em pós-flexão ( $r= -0,40$ ;  $p < 0,05$ ) esteve relacionado principalmente com a maior transparência da água e inversamente relacionado com a profundidade e velocidade da água (Figura 7).

**Tabela 2** - Resultado da Análise de Correspondência Canônica (CCA) aplicada a matriz de dados abióticos e estágios larvais de peixes coletados no Médio rio Uruguai (RS) no período de novembro de 2017 e janeiro de 2018. Teste de Monte Carlo para a significância do primeiro eixo da ordenação  $P < 0,05$  ( $n = 999$  permutações). Valores em negrito foram estatisticamente significativos ( $P < 0,05$ ).

Total variância: 2,59		
Características do ambiente	CCA1	CCA2
Condutividade elétrica	0,21	<b>0.58</b>
Transparência da água	<b>-0,51</b>	0.07
Oxigênio dissolvido	-0.08	-0.10
pH	0.26	-0.05
Velocidade da água	<b>0.53</b>	0.18
Profundidade	<b>0.48</b>	0.21
% de explicação	18,7	13,2
Correlação de Pearson Espécie-Ambiente	<b>0.81</b>	0.42



**Figura 7.** Resultado da Análise de Correspondência Canônica (CCA) aplicada a matriz de dados abióticos e estágios larvais de peixes coletados no Médio rio Uruguai (RS) no período de novembro de 2017 e janeiro de 2018. Estágios larvais: LV= Larval vitelínica; PF=Pré-flexão; F= Flexão e POF= Pós-flexão. Micro-habitats: C= Corredeira rio Uruguai; P= Poço rio Uruguai; M= Margem rio Uruguai; I= Ilha rio Uruguai e T= Tributário.

## 5 DISCUSSÃO

O presente trabalho mostra que a região alta do médio rio Uruguai é um importante local de reprodução principalmente para espécies pertencentes a famílias Pimelodidae. Alguns estágios larvais estão mais presentes na região lântica, outros utilizam a região marginal e as ilhas, e outros os trechos lóticos. Ainda foi verificado que as larvas parecem realizar um deslocamento lateral e longitudinal na calha do rio, evitando com o avançar do seu desenvolvimento, as regiões mais correntosas. Estes resultados são significativos visto que a maior parte dos estudos da literatura tem demonstrado para algumas espécies a existência de segregação espacial dentro das fases mais marcantes no ciclo de vida dos peixes como são a fase larval, juvenil e adulta (COPP, 1990; GARCIA et al., 2018), entretanto são muito escassos os estudos que mostram a segregação lateral e longitudinal dentro de um único estágio, neste caso o estágio larval (LOPES; ZANIBONI-FILHO, 2019).

A caracterização dos sítios de amostragem indica que o Médio rio Uruguai apresenta ainda condições típicas de rio pouco impactado, como corredeiras, ilhas,

presença de trechos com mata ciliar, áreas de remanso, águas túrbidas nos períodos chuvosos e variações de nível que estão relacionadas mais pelas chuvas do que pela operação de um barramento (localizado a mais de 300 km a montante da primeira estação amostral). Estas qualidades têm se refletido na grande diversidade de espécies que foram capturadas neste estudo quando comparado por exemplo ao trecho do Uruguai impactado por reservatórios (LOPES; ZANIBONI-FILHO, 2019).

O ictioplâncton foi composto por larvas de espécies de peixes de pequeno, médio e grande porte, que são sedentárias ou que realizam grandes migrações. Entre os peixes que realizam longas migrações, destaca-se o registro de espécies de grande porte, como o dourado *Salminus brasiliensis* e o surubim pintado *Pseudoplatystoma corruncans*. O dourado e o surubim pintado, distribuem-se ao longo de todo o rio Uruguai, sendo duas das espécies brasileiras mais cobiçadas para a pesca esportiva e comercial, entretanto, no estado do Rio Grande do Sul a pesca destas duas espécies é proibida, visto que se encontram em estado vulnerável (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Foram identificados neste estudo aproximadamente 15% do total de espécies registradas para o canal principal do Médio rio Uruguai (MASSARO *em elaboração*). Os principais grupos identificados pertencem às ordens Siluriforme (92,12%) e Characiformes (5,65%). É notório, entretanto, observar a elevada porcentagem de Siluriformes registrados no estudo, essa porcentagem é muito maior do que a registrada por outros estudos semelhantes na bacia do rio La Plata (BIALETZKI et al., 2005; SILVA et al., 2012; REYNALTE-TATAJE et al., 2012) onde geralmente as porcentagens de Characiformes e Siluriformes são mais semelhantes em abundância.

Entre os Siluriformes capturados, destaca-se a família Pimelodidae, sendo que a espécie *Parapimelodus valenciennis* apresentou a maior densidade de larvas durante o período de amostragem, representando mais de 50% do total de larvas, seguida pelos táxons *Pimelodus* spp. e *Iheringichthys labrosus*. Hipotetizamos que a elevada densidade de larvas destas espécies deve-se as táticas reprodutivas utilizadas tais como: amplo período reprodutivo (outubro a março), taxa de

fecundidade alta e desova parcelada (NAKATANI et al. 2001; REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI-FILHO, 2008).

Os ciclos de vida de muitas espécies aquáticas, em especial os peixes, são sincronizados para evitar ou explorar fluxos de magnitudes variáveis. Assim, vazões altas ou baixas desencadeiam as diferentes etapas do ciclo de vida, como desova (MONTGOMERY et al., 1983; NESLER et al., 1988), incubação dos ovos (NAESJE et al., 1995; REYNALTE-TATAJE et al., 2012), o desenvolvimento inicial (SEEGRIST; GARD, 1978) e as migrações para alimentação e reprodução (JUNK et al., 1989; WELCOMME, 1992). No presente estudo, o período reprodutivo entre novembro e janeiro se caracterizou por uma forte estiagem. Esta condição foi verificada para os três meses, o que pode explicar a ausência de diferença estatística na abundância das larvas em todo o período. Por outro lado, também mostra que mesmo em condições tão adversas muitas espécies conseguiram se reproduzir, dentre elas diversas espécies migradoras.

É largamente aceito que os ambientes inundados de rios de planície, assim como as lagoas marginais, providenciam um importante hábitat de desova e desenvolvimento para muitas espécies de peixes (JUNK et al., 1989; AGOSTINHO et al., 2007). Esse modelo tem sido extrapolado para peixes nativos em rios de planície de inundação de todo o mundo. Entretanto, estudos recentes têm questionado a aplicação generalizada deste modelo (HUMPHRIES et al., 1999; GALAT; ZWEIMULLER, 2001; KING et al., 2003; KING, 2004) uma vez que, o canal principal dos rios também pode oferecer condições propícias para o desenvolvimento de larvas dentro dos diferentes micro-habitats presentes na calha do rio. Senão como explicar o recrutamento de peixes em rios onde não existe planície de inundação ou em rios fragmentados por barragens. Além disso, outros estudos têm mostrado que várias espécies são capazes de desovar e recrutar no canal principal do rio durante o período de águas baixas quando não há acesso aos ambientes de planície (HUMPHRIES et al. 2002).

Nesse sentido o presente estudo traz alguns indícios de como os micro-habitats presentes na calha do rio são utilizados pelas fases iniciais dos peixes, principalmente pimelodídeos, mostrando de forma evidente que mesmo num curto intervalo de tempo as larvas utilizam distintos ambientes no rio para seu

desenvolvimento. As larvas recém eclodidas (LV) são encontradas principalmente na região lótica dos rios, numa clara evidencia de deriva, visto que elas não têm capacidade natatória para romper a velocidade da água. As larvas em PF e F utilizam principalmente as ilhas e margens para se desenvolver. Já as larvas mais desenvolvidas POF encontram-se mais nas margens e rios tributários, evidenciando um deslocamento lateral conforme o desenvolvimento vai acontecendo para evitar o alto fluxo do canal do rio. Na área de influência das Usinas Hidrelétricas do alto Uruguai foi verificado uma segregação dos estágios larvais, onde as larvas iniciais estão nos ambientes mais lóticos e as larvas mais desenvolvidas nos ambientes mais lênticos (LOPES; ZANIBONI-FILHO, 2019).

Num estudo realizado no rio Paranapanema foi verificado que juvenis de peixes, estágio seguinte a POF, são bastante abundantes nos tributários e sub-tributários (GARCIA et al. 2018), a abundância de jovens nos trechos inferiores de tributários do rio Uruguai também tem sido discutido por Zaniboni-Filho e Schulz (2003). O resultado deste estudo somado ao verificado em outros trabalhos com larvas e juvenis (ZANIBONI-FILHO; SCHULTZ, 2003; GARCIA et al. 2018; LOPES; ZANIBONI-FILHO, 2019) parece indicar um claro deslocamento lateral dos peixes com o avançar do desenvolvimento, onde as larvas em estágios mais iniciais se encontram no canal e os mais avançados na região marginal e tributários, onde também são encontrados os jovens.

No estudo também foi verificado uma clara segregação das espécies entre os micro-habitats. Larvas pertencentes principalmente a Ordem Characiformes foram registradas nas margens e no rio tributário. Já as larvas de alguns Siluriformes foram verificadas principalmente no canal do rio e na ilha. Nessa segregação espacial, um resultado chamou bastante a atenção, a elevada densidade de larvas da família Pimelodidae no micro-habitat ilha tais como: *I. labrosus*, *P. corruscans* e *P. valenciennis*. A elevada densidade de larvas em distintos estágios desta família parece indicar que esta é uma área de berçário importante para estes Siluriformes. Em um estudo semelhante realizado no conjunto de ilhas da Estação Ecológica de Anavilhanas (ESEC Anavilhanas), no rio Amazonas, o comportamento de grupos de peixes, incluindo os Pimelodidae, revela que toda a extensão da Estação Ecológica constitui um importante refúgio no ciclo de vida da ictiofauna local, funcionando

como área de desova e berçário. Por outro lado, a baixa abundância de larvas de Characiformes sugere que o arquipélago de ilhas não constitui uma área de reprodução preferencial para os peixes desta ordem (OLIVEIRA; FERREIRA, 2008). Neste estudo existe uma tendência de algumas espécies de Characiformes tais como *S. nasutus*, *A. affinis* e *P. stramineus* ter preferência pela região marginal e a boca dos tributários.

Os estudos que utilizam modelos que relacionam a disponibilidade de habitat e diversidade de espécies são, geralmente, baseados no conhecimento das exigências de habitat espécie-específica (ou de diferentes fases da vida das espécies, tais como larval, juvenil e adulto) (REYNALTE-TATAJE et al., 2008). Atualmente, o conhecimento detalhado dos requisitos de habitat para as diferentes fases de vida dos peixes é restrito. Sem essa informação é improvável estabelecer relações quantitativas entre uma alteração específica na disponibilidade de habitat e na diversidade de peixes. Assim, o fato de saber que diferentes espécies da família Pimelodidae utilizam as ilhas nos seus estágios iniciais é importantíssimo e valoriza muito a presença destes ambientes na calha do rio. Principalmente se considerar que algumas espécies desta família registradas neste estudo são importantes espécies migradoras tais como o *Pimelodus maculatus* e o *Pseudoplatystoma corruscans*.

Hipotetizamos que as ilhas apesar de estarem em uma região pelágica, onde a velocidade da água é alta, apresentam pequenas áreas de remanso em suas bordas, o que facilita a permanência, crescimento e desenvolvimento de larvas em estágios iniciais, visto que ali as larvas conseguem alimentar-se e exercitar sua capacidade natatória. É provável que estes organismos, principalmente os pimelodídeos, permaneçam neste micro-habitat até alcançar o pleno desenvolvimento que lhes permita vencer a correnteza na procura do micro-habitat de sua preferência (INGEL, 2013).

Cowx e Welcomme (1998) comentam que um peixe raramente passa a vida inteira no mesmo habitat e, normalmente, requerem um habitat diferente com condições ecológicas adequadas para cada fase da vida. Assim, a preservação de uma área pode não garantir a proteção do organismo se outros lugares que são fundamentais para a história de vida são desprotegidos. A segregação de larvas no

presente estudo mostra que elas utilizam diversos microhabitats do rio durante o seu desenvolvimento inicial e que esta relação é fundamental para o recrutamento das espécies. Nesse sentido, a necessidade das larvas por estes ambientes valoriza o grande mosaico de micro-habitats que apresenta o rio e que são de grande importância no ciclo de vida das espécies.

O alto médio rio Uruguai ainda não é impactado por barragens, o que torna a região alvo contínuo de projetos para a implantação de usinas hidrelétricas, as quais poderiam modificar diversos parâmetros ambientais e intensificar impactos nas populações de peixes, principalmente espécies migratórias que necessitam de extensos espaços para completar o ciclo de vida (MAKRAKIS et al., 2012), bem como micro-habitats particulares para desova e desenvolvimento inicial para o sucesso reprodutivo e recrutamento subsequente (POMPEO; AGOSTINHO; PELICICE, 2012; SUZUKI et al., 2013; SILVA et al., 2015; PELICICE et al., 2015).

Barragens introduzem mudanças nas condições físicas e químicas da água, bem como na quantidade e qualidade dos diferentes tipos de habitats, provocando uma homogeneização do ambiente, com efeitos diretos sobre a composição da ictiofauna (PELICICE; POMPEU; AGOSTINHO, 2015; AGOSTINHO, et al., 2016; LIMA et al., 2018), principalmente sobre espécies migradoras, que são as mais vulneráveis (AGOSTINHO et al., 2008; REYNALTE-TATAJE et al., 2008; POMPEU et al., 2012; PELICICE et al., 2015).

Portanto, o estabelecimento de áreas prioritárias para a conservação de espécies de peixes da região deve considerar desova, sazonalidade reprodutiva e mapeamento das áreas onde as larvas de peixes possam crescer, bem como explorar o ambiente, visando a importância de variáveis ambientais que, direta ou indiretamente interferem no processo reprodutivo, garantindo assim a integridade ambiental deste trecho.

## 6 CONCLUSÕES

A partir deste estudo foi possível verificar que larvas de peixes utilizam diferentes ambientes para o seu desenvolvimento durante as primeiras fases de vida, indicando a importância do mosaico do rio para as diferentes espécies e estágios de desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., PELICICE, F. M. A Ictiofauna Sul-Americana: composição e história de vida. In: A. A. AGOSTINHO, L. C. GOMES, & F. M. PELICICE (Eds.). **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Eduem, Maringá, 2007.
- AGOSTINHO, A.A., VAZZOLER, A.E.A.M., GOMES, L.C., OKADA, E.K. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* em distintas fases del ciclo de vida, em la planície de inundación del alto rio Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. **Revue D'HydrobiologieTropicale** 26, 79-90, 1993.
- AGOSTINHO, A. A., BIALETZKI, A., SUZUKI, H. I., LATINI, J. D., GOMES, L. C., FUGI, R., DOMINGUES, W. M. **Biologia pesqueira e pesca na área de influência do APM Manso** – Relatório Final – Ictiofauna. Maringá: Eduem, 2005.
- AGOSTINHO, A. A., THOMAZ, S. M., NAKATANI, K. A Planície de Inundação do alto rio Paraná. In: Seeliger; Cordazzo; Barbosa. (Org.). **Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração**. Belo Horizonte-MG: 2002, v. 1, p. 101-124.
- AGOSTINHO A.A., GOMES L.C., SUZUKI H.I., JÚLIO-JÚNIOR H.F. Migratory fishes of the upper Paraná river basin. In: (Eds.) CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS. C.; BAER, A. **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Victoria, Canada:International Development Research Centre/World Bank/World Fisheries Trust; p. 19-98. 2003.
- AGOSTINHO, A. A., PELICICE, F. M., GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, 68(4), 1119-1132, 2008.
- AGOSTINHO A. A., GOMES, L. C, SANTOS, N. C. L, ORTEGA, J. C. G, PELICICE F. M. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. **Fish Res.**; 173(1):26-36, 2016.
- BARZOTTO, E., SANCHES, P. V., BIALETZKI, A., ORVATI, L., GOMES, L. C. Larvae of migratory fish (Teleostei: Ostariophysii) in the lotic remnant of the Paraná River in Brazil. **Zoologia**(Curitiba), 32(4), p.270-280, 2015.
- BERTACO V. A, FERRER J, CARVALHO F. R, MALABARBA LR. Inventory of the freshwater fishes from a densely collected area in South America—a case study of the current knowledge of Neotropical fish diversity. **Zootaxa** 4138:401-440, 2016.
- BIALETZKI, A., NAKATANI, K., SANCHES, P. V., et al. Larval fish assemblage in the Baia river (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. **Environmental Biology of Fishes**. 73:37-47, 2005.
- COPP, G.H. Shifts in the microhabitat of larval and juvenile roach *Rutilus rutilus* (L.) in a floodplain channel. **J. Fish Biol.** 36: 683-692, 1990.

CHILDS, M.R., R. W. CLARKSON, A. T. ROBINSON. Resource use by larval and early juvenile native fishes in the Little Colorado River, Grand Canyon, Arizona. **Transactions of the American Fisheries Society** 127, 620-629, 1998.

COPP, G.H. Shifts in the microhabitat of larval and juvenile roach *Rutilus rutilus* (L.) in a floodplain channel. **J. Fish Biol.** 36: 683-692, 1990.

COWX, I. G, WELCOMME, R, L. Rehabilitation of rivers for fish. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fishing News Books**, Blackwell Science: Londres, 1998.

CUSHING, D. H. The possible density-dependence of larval mortality and adult mortality in fishes In: Blaxter. J. H. S. (ed.) **The early life history of fish**. Springer-Verlag, New York, p. 103-112, 1974.

FISHER, R., D. R. BELLWOOD; S. D. JOB. Development of swimming abilities in reef fish larvae. **Marine Ecology Progress Series** 202, 163-173, 2000.

FISHER, R., J. M. LEIS, D. L. CLARK; S. K. WILSON. Critical swimming speeds of late-stage coral reef fish larvae: Variation within species, among species, and between locations. **Marine Biology** 147, 1201-1212, 2005.

FUIMAN, L. A. **Special considerations of fish eggs and larvae**. In Fuiman, L. A. and Werner, R. G. (ed.) *Fishery Science: The unique contributions of early life stages*. Blackwell Science, Ltd. Osney mead, Oxford. 1-32, 2002.

GAUDIN, P., SEMPESKI, P. The role of river bank habitat in the early life of fish: the example of grayling, *Thymallus thymallus*. **Ecohydrology and hydrobiology**. v. 1, p. 203-208, 2001.

GALAT, D.L., ZWEIMÜLLER, I. Conserving large-river fishes: is the highway analogy an appropriate paradigm? **Journal of the North American Benthological Society**, 20(2), 266-279, 2001.

GARCIA, D.A. Z, BRITTON, J.R., VIDOTTO-MAGNONI, A.P., ORSI, M.L. Introductions of non-native fishes into a heavily modified river: rates, patterns and management issues in the Paranapanema River (Upper Paraná ecoregion, Brazil). **Biol Invasions**.; 20(5):1229-41, 2018.

HAHN, N.S., FUGI, R. , ANDRIAN, I.F. Trophic ecology of the fish assemblages. In: **The upper Paraná river and its floodplain physical aspects, ecology and conservation**. THOMAZ, S.M., AGOSTINHO, A.A., HAHN, N.S (eds.). Backhuys Publishers, Leiden, p.247-259, 2004.

HENDERSON, A.R., JOHNSTON, C. E. Ontogenetic habitat shifts and habitat use in an endangered minnow, *Notropis mekistocholas*. **Ecology of Freshwater Fish** 19, 87-95, 2010.

HOEY, A. S.; MCCORMICK, M. I. Selective predation for low body condition at the larval-juvenile transition of a coral reef fish. **Oecologia**. 139, 23-29, 2004.

HÖÖK, T. O., RUTHERFORD, E. S., MASON, D. M., CARTER, G. S. Hatch dates, growth, survival, and overwinter mortality of age-0 alewives in Lake Michigan: Implications for habitat-specific recruitment success. **Transactions of the American Fisheries Society**, 136, 1298-1312, 2007.

HUMPHRIES, P., KING, A. J., KOEHN, J. D. Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia. **Environmental Biology of Fishes**.56, 129-151, 1999.

HUMPHRIES, P., SERAFINI, L. G., King, A. J. River regulation and fish larvae: variation through space and time. **Freshwater Biology**, 47(7), p.1307-1331, 2002.

INGEL, C. S. **Habitat use, growth, and feeding of larval alewife in a shallow river margin of the upper hudson river**. (Tese – Doutorado). Faculty of the Graduate School of Cornell University. USA, 2013.

JUNK, W. J., BAYLEI, P. B., SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplains systems. In: D. P. DODGE [ed.] Proceedings of the international large river Symposium. **Can. Espec. Publ. fish aquatic sci**, p. 110-127, 1989.

KING, A. J. Density and distribution of potential prey for larval fish in the main channel of a floodplain river: pelagic versus epibenthic meiofauna. **River research and applications**. 20: 883–897, 2004.

KING, A. J., HUMPHRIES, P.; LAKE, P. S. Fish recruitment on floodplains: The roles of patterns of flooding and life history characteristics. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 60(7), 773–786, 2003.

LIMA, A. C., SAYANDA, D., AGOSTINHO, C. S., MACHADO, A. L., SOARES, A. M. V. M., MONOAGHAN, K. A. Using a trait-based approach to measure the impact of dam closure in fish communities of a Neotropical River. *Ecology of Freshwater Fish*, 27, 408–420. <https://doi.org/10.1111/eff.12356>, 2018.

LIMBURG, K. E. Growth and migration of 0-year American shad (*Alosa sapidissima*) in the Hudson River estuary: otolith microstructural analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53, 220–238, 1996.

LOPES, C.A., ZANIBONI-FILHO, E. Mosaic environments shape the distribution of neotropical freshwater ichthyoplankton. **Ecology of Freshwater Fish**, 2019:1-10, 2019.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1987.

MACKENZIE, B.R., AND KIFLLRBOE, T. Encounter rates and swimming behavior of pause travel and cruise larval fish predators in calm and turbulent laboratory environments. **Limnol. Oceanogr**. 40(7): 1278-1289, 1995.

MACKENZIE, B.R., MILLER, T. J., CYR, S.; LEGGETT, WC. Evidence for a dome shaped relationship between turbulence and larval fish ingestion rates. **Limnol. Oceanogr**. 39(8): 1790-1799, 1994.

- MAKRAKIS, M. C., MIRANDA, L. E., MAKRAKIS, S., FONTES-JÚNIOR, H. M., MORLIS, W. G., DIAS, J. H. P., GARCIA J. O. Diversity in migratory patterns among Neotropical fishes in a highly regulated river basin. **Journal of Fish Biology**. 81(2), 866-881, 2012.
- MAY, R. C. Larval mortality in marine fishes and critical period concept, p. 3-19. *In* Blaxter, J. H. S. [ed.] The early life history of fish. Springer-Verlag, Heidelberg, 1974.
- MCCUNE, B., GRACE, J. B. **Analysis of Ecological Communities**. MjM Software, Glenden Beach, Oregon, USA, 304 p., 2002.
- MILLER, T. J., CROWDER, L. B., RICE, J. A., MARSCHALL, E. A. Larval size and recruitment mechanisms in fishes: toward a conceptual framework. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. 45, 1657-1670, 1988.
- MONTGOMERY, W.L., MCCORNICK, S. D., NAIMAN, R. J., WHORISKEY, F. G. BLACK, G. A. Spring migratory synchrony of salmonid, catostomid and cyprinid fishes in Riviere je la Truite, Quebec. **Can. J. Zoo**. 61: 2495, 1983.
- MMA. Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai / Ministério do Meio Ambiente, **Secretaria de Recursos Hídricos**. – Brasília: MMA, 2006.
- NAESJE, T., JONSSON, B., SKURDAL, J. Spring floods: a primary cue of hatching of river spawning coregoninae. **Can. J. Fish Aquat. Sci**. 52: 2190-2196, 1995.
- NAKATANI, K., AGOSTINHO, A. A., BAUNGARTNER, G., BIALETZKI, A., SANCHES, P. V., MAKRAKIS, M. C., PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce**: desenvolvimento e identificação. Maringá: EDUEM, 2001, 378 p.
- NESLER, T. P., MUTH, R. T., WASOWICZ, C. Evidence for baseline flow spikes as spawning cues for Colorado squawfish in the Yampa River, Colorado. **Transactions of the American Fisheries Society Symposium**, 5: 68-79, 1988.
- ODA, R.R., DEPRA, G.C., DA GRAÇA, W.J., PAVANELLI, C.S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, 16(2): e170094, 2018.
- OLIVEIRA, E. C., FERREIRA, E. J. G. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, rio Negro, Amazonas State, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 6(4):559-566, 2008.
- PELICICE, F. M., POMPEO, P. S., AGOSTINHO, A. A. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. **Fish and Fisheries**, 16(4), 697-715, 2015.
- POFF, N.L., et al. The Natural Flow Regime: A Paradigm for River Conservation and Restoration. **Bioscience**, 47, 769-784 1997.
- POMPEU, P. S., AGOSTINHO, A. A., PELICICE, F. M. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. **River Research and Applications**, 28: 504-512, 2012.

REYNALTE-TATAJE, D. A., ZANIBONI-FILHO, E. Biologia e identificação de ovos e larvas de peixes do alto rio Uruguai. In: ZANIBONI-FILHO, E., NUÑER, A. P. O. (Org.). **Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologia e conservação da ictiofauna.** Florianópolis, Editora UFSC, 2008.

REYNALTE-TATAJE, D. A., HERMES-SILVA, S, SILVA, P. A., BIALETKI, A.; ZANIBONI-FILHO, E. Locais de crescimento de larvas de peixes na região do Alto Rio Uruguai (Brasil). In: ZANIBONI-FILHO, E., NUÑER, A. P. O. (Org.). **Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologia e conservação da ictiofauna.** Florianópolis, Editora UFSC, p. 229-256, 2008.

REYNALTE-TATAJE, D. A., ZANIBONI-FILHO, E., HERMES-SILVA, S., MACHADO, C., GUERESCHI, R. M., NUÑER, A. P. O., Assembleia de peixes. p. 11-44. In: ZANIBONI-FILHO, E., NUÑER, A. P. O (Org.). **Reservatório de Machadinho: peixes, pesca e tecnologias de criação.** Florianópolis, Editora UFSC, 256 p., 2012.

REYNALTE-TATAJE, D. A. **Influência das variáveis ambientais na distribuição espaço-temporal do ictioplâncton em duas bacias hidrográficas brasileiras.** 2007. 119 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

REYNALTE-TATAJE, D.A., BARCELLOS, R.P., HARTMANN, P.B., SCHERER, J.B., MARTINE, G., VLIEGER, I.T., ZANIBONI-FILHO, E., HERMES-SILVA, S., PELICICE, F.M. O Médio rio Uruguai como importante area de reprodução do surubim-pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae). **Boletim – Sociedade de Ictiologia** de Londrina, v. 122, p.10-15, 2017.

RIO GRANDE DO SUL, Táxons da fauna silvestre do Estado Rio Grande do Sul ameaçadas de extinção. **Secretaria do meio ambiente**, 2014).

SEEGRISTS, D. W.; GARD. R. Effects of floods on trout in sagehen Creeck, California. **Transactons of the American Fisheries Society.** 10 (1): 748-482, 1978.

SHIELDS, F. D., JR.; RIGBY, J. R. “River habitat quality from river velocities measured using acoustic Doppler current profiler.” *Environ. Manage.* (N.Y.), 364, 565–575, 2005.

SCHLOSSER, I.J. Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwater streams. **Hydrobiologia**, p. 71-81. 1995.

SIMAS, S. D.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Pools and rapids as spawning and nursery areas for fish in a river stretch without floodplains. **Neotropical Ichthyology**, 12(3), p. 611-622, 2014.

SILVA, P. S ; M. C. MAKRAKIS; L. E. MIRANDA; S. MAKRAKIS; L. ASSUMPÇÃO; S. PAULA; J. H. P. DIAS; H. MARQUES. Importance of reservoir tributaries to spawning of migratory fish in the upper Paraná river. **River research and applications.** 31: 313–322, 2015.

SILVA, P. A.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.10, p. 425-438, 2012.

SISMOUR, E. N. Contributions to the early life histories of alewife (*Alosa pseudoharengus*) and blueback herring (*A. aestivalis*): rearing, identification, aging, and ecology. Doctoral dissertation. Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary, Gloucester Point, Virginia, 1994.

SNYDER, D. E. Fish larvae – ecologically distinct organisms. p 20-23 *In* Bain, M. B. [ed.] Ecology and assessment of warmwater streams: workshop synopsis. US **Fish and Wildlife Service Biological Report** 90(5), Washington, DC, 1990.

SUZUKI, F. M., ZAMBALDI, L. P., POMPEU, F. S. Mapping the critical habitats for migratory species of the upper Grande River region, Minas Gerais State, Brazil. **Applied Ecology and Environmental Research**, 11(4), 645-659, 2013.

MENEZES, N. A.; VAZZOLER, A. E. A. M. Reproductive characteristics of Characiformes. *In*: **Reproductive biology of South American vertebrates**. Springer, New York, NY, p. 60-70, 1992.

WELCOMME, R. L. River conservation: future prospects. *In*: BOON, P. J.; CALOW, R.; PETTS, G. E. (Eds). **Rivers conservation and management**. John Wiley and Sons, New York, p. 454-462, 1992.

WERNER, R. G. Habitat requirements. Pp. 161-182. *In*: Fuiman, L. A., R. G. Werner (Eds.). **Fishery Science: The Unique Contributions of Early Life Stages**. Oxford, Blackwell Sciences, 326p, 2002.

WOLTER, C.; R. ARLINGHAUS. Navigation impacts on freshwater fish assemblages: the ecological relevance of swimming performance. **Reviews in Fish Biology and Fisheries** 13, 63-89, 2003.

ZANIBONI-FILHO, E.; SCHULZ, U. H.. Migratory Fishes of the Uruguay River. *In*: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. **Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**. Washington: The World Bank, p. 157-195, 2003.