

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

LUCILEINE DE ASSUMPÇÃO

Habitat e biologia reprodutiva de *Steindachneridion melanoderdatum*
Garavello, 2005, espécie endêmica do Rio Iguaçu

Toledo

2018

LUCILEINE DE ASSUMPÇÃO

Habitat e biologia reprodutiva de *Steindachneridion melanodermatum* Garavello,
2005, espécie endêmica do Rio Iguaçu

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maristela Cavicchioli Makrakis

Toledo

2018

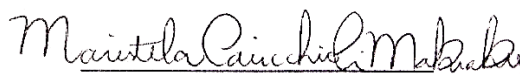
FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCILEINE DE ASSUMPÇÃO

Habitat e biologia reprodutiva de *Steindachneridion melanodermatum* Garavello,
2005, espécie endêmica do Rio Iguaçu

Tese apresentada ao Programa de Pós - graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

COMISSÃO JULGADORA



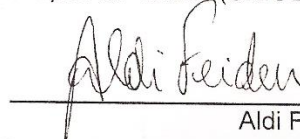
Orientador(a) - Maristela Cavicchioli Makrakis

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Toledo (UNIOESTE)



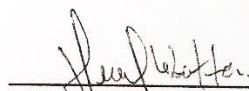
Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Toledo (UNIOESTE)



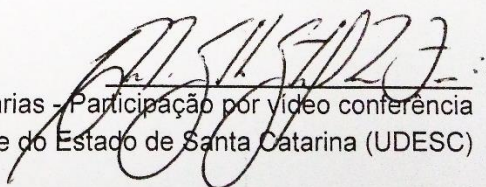
Aldi Feiden

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Toledo (UNIOESTE)



Lenice Souza Shibatta

Universidade Estadual de Londrina (UEL)



Eduardo Guilherme Gentil de Farias - Participação por video conferência

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Aprovada em: 27 de abril de 2018.

Local de defesa: Sala Cleusa, Bloco Multiuso da Filosofia, Unioeste/*Campus* de Toledo.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela sua presença constante em todos os momentos principalmente por me conceder vida, saúde e proteção, por ser bom o tempo todo, fiel e por ser meu refúgio nos momentos de angústias;

Ao Programa de Pós-Graduação em Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – PREP;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida;

A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a. Maristela Cavicchioli Makrakis pela orientação durante todos esses anos desde a graduação até o doutorado. Agradeço imensamente pelas contribuições durante todos esses anos;

Ao Prof. Dr. Sergio Makrakis pelos ensinamentos, apoio, incentivo durante a pesquisa e amizade durante todos esses anos;

A Prof.^a Elaine por sempre estar disposta a ensinar, ajudar nas análises estatísticas, por contribuir para a realização desse trabalho e por estar presente durante todo esse tempo dando apoio e conselhos;

Aos membros integrantes da Banca Examinadora pelas sugestões e correções apresentadas;

Ao Grupo de Pesquisa em Tecnologia em Ecohidráulica e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos – GETECH pelo recurso financeiro e equipe técnica disponibilizada;

A todos os professores do PREP que acompanharam minha vida acadêmica desde a graduação, obrigada pelos ensinamentos repassados.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, Parque Nacional do Iguaçu, pela oportunidade e pelo apoio logístico para realizar a pesquisa;

Ao Consórcio Empreendedor Baixo Iguaçu e ao Macuco Safari pelo suporte financeiro a pesquisa;

A todos que auxiliaram durante as coletas: Dhonatan, Fábio, Pércimo, a todos os Estagiários, Mauro (Mestre Amador do Macuco) e os demais pilotos de barco;

As minhas amigas especiais de coração Pathy, Suelen e Ferzinha pela amizade sincera, pelo convívio e pelo estímulo nos momentos difíceis desta jornada;

Ao Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro (UFPR) pelos valiosos conhecimentos ensinados, pelo auxílio nas análises histológicas, pela colaboração e sugestões realizadas no trabalho e todo carinho repassado. Muito Obrigada!

A Luana (Lulu) da UFPR de Curitiba pela ajuda nas análises histológicas;

Ao Jhony pelas coletas de campo de batimetria e mapeamento, pelas imagens dos mapas e pelas horas dedicadas auxiliando esse trabalho ser concluído;

As minhas amadas irmãs em Cristo Maria Aparecida Rabaiolli e Cleusa Cavalcanti pelo apoio e principalmente pelo revestimento em orações em todos os momentos, em especial nos últimos dias da finalização desse trabalho, amo vocês;

Aos meus pais pela vida e pelo amor e apoio durante todos esses anos, mesmo longe estavam perto em pensamentos e orações;

As minhas cunhadas (Ale e Adri) e minha sogra Verônica pelo carinho, amor e compreensão;

A minha irmã Lucilaine que esteve ao meu lado me apoiando mesmo nos momentos de luto em que mais precisava da minha ajuda e orações, minha eterna gratidão e muito obrigado por sempre estar ao meu lado;

Ao meu amado esposo Fábio pelo amor, carinho, paciência e compreensão durante essa minha caminhada exaustiva, Te Amo muito mais e para Sempre;

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Assumpção, Lucileine de

Habitat e biologia reprodutiva de *Steindachneridion melanodermatum* Garavello, 2005, espécie endêmica do Rio Iguaçu: Artigo 1: Poços profundos: santuários ecológicos para o grande pimelodídeo em perigo de extinção do rio Iguaçu?. Artigo 2. Estrutura da população e reprodução de um grande bagre, *Steindachneridion melanodermatum* (Siluriformes: Pimelodidae), espécie endêmica de uma ecorregião Neotropical / Lucileine de Assumpção; orientador(a), Maristela Cavicchioli Makrakis, 2018.

72 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Graduação em Engenharia de Pesca Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2018.

1. ecologia. 2. ictiofauna. 3. peixes. 4. rio Iguaçu. I. Makrakis, Maristela Cavicchioli. II. Título.

Habitat e biologia reprodutiva de *Steindachneridion melanodermatum* Garavello,
2005, espécie endêmica do Rio Iguaçu

RESUMO

A falta de conhecimento sobre os aspectos biológicos e ecológicos de *Steindachneridion melanodermatum*, espécie de peixe neotropical ameaçada de extinção, tem dificultado o planejamento e a implementação de estratégias específicas de conservação e gestão. O presente estudo determinou os locais de ocorrência da espécie e caracterizou o seu habitat preferencial, os poços profundos, por meio de análises batimétricas, bem como aborda informações sobre as táticas reprodutivas, como comprimento de primeira maturação, tipo de desova e período reprodutivo. A área de estudo compreendeu a região do Baixo rio Iguaçu, um trecho de aproximadamente 190 km de extensão, da jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu, incluindo alguns tributários, onde foram avaliados 27 pontos de amostragem. No período de setembro de 2012 a dezembro de 2016 foram amostrados no total 182 espécimes de *S. melanodermatum* com o comprimento total variando de 21 a 102 cm e o peso de 82,8 a 15.670,0 g. As maiores abundâncias da espécie foram registradas nos poços com profundidades de 22 a 25m, principalmente no poço profundo denominado Poço Preto localizado na Unidade de Conservação do Parque Nacional do Iguaçu. Ao longo do trecho amostrado foram identificados 23 poços com profundidades máximas variando de 5 a 25 m, destes 19 poços estão localizados ao longo do canal principal do rio Iguaçu e 03 poços nos tributários. O período reprodutivo da espécie correspondeu de junho até setembro, com picos reprodutivos em setembro para fêmeas e agosto para machos. A desova foi considerada do tipo total e a fecundidade absoluta variou de 30.673,26 a 167.726,08 ovócitos por fêmea. O tamanho de primeira maturação (L_{50}) foi de 39,5 cm para fêmeas e de 43,9 cm para machos. A caracterização e mapeamento dos poços profundos no rio Iguaçu foram fundamentais para determinar áreas de conservação ou áreas santuários, a fim de garantir que os habitats da espécie estejam protegidos. As informações aqui obtidas sobre a biologia reprodutiva poderão auxiliar a elaboração de medidas e critérios específicos de conservação para a espécie.

Palavras-chave: surubim do Iguaçu, poços profundos, biologia reprodutiva, mapeamento.

Habitat and reproductive biology of *Steindachneridion melanodermatum*

Garavello, 2005, endemic species of the Iguazu River

ABSTRACT

The lack of knowledge on the biological and ecological aspects of *Steindachneridion melanodermatum*, an endangered fish species, has made it difficult to plan and implement specific conservation and management strategies. Thus, this study determines the locals of occurrence of the species and characterizes its preferred habitat, the deep pools, through bathymetric analyzes, and addresses information on reproductive tactics such as length of first maturation, spawning type and period reproductive. The study area comprised the region of the Lower Iguazu River, a stretch of approximately 190 km in length, downstream from the Salto Caxias Hydroelectric Power Plant to upstream of the Iguazu Falls, including some tributaries, where 27 sampling sites were established. In the period from September 2012 to December 2016, a total of 182 specimens of *S. melanodermatum* were sampled with total length ranging from 21 to 102 cm and weight from 82.8 to 15,670.0g. The greatest abundances of the species were recorded in the pools with depths from 22 to 25m, especially in the deep pool called Poço Preto located in the Conservation Unit of the Iguazu National Park. Along the sampled stretch, 23 pools with maximum depths ranging from 5 to 25 m were identified, of these 19 pools are located along the main channel of the Iguazu River and 03 pools in the tributaries. The reproductive period of the species corresponded from June to September, with reproductive peaks in September for females and August for males. Spawning was considered of the total type and absolute fecundity ranged from 30,673.26 to 167,726.08 oocytes per female. The first maturation size (L50) was 39.5 cm for females and 43.9 cm for males. The characterization and mapping of the deep pools in the Iguazu River were fundamental to determine areas of conservation or sanctuary, in order to guarantee that the habitats of the species are protected. The information obtained here on reproductive biology will help to elaborate specific measures and criteria for conservation of this species.

Keywords: surubim do Iguazu, deep pools, reproductive biology, mapping.

Tese elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica:

Artigo 1 - Freshwater Biology. Disponível em:<<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652427>>

Artigo 2 - Neotropical Ichthyology. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1679-6225&lng=en&nrm=iso>

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO GERAL	11
Capítulo 1: “Poços profundos: santuários ecológicos para o grande pimelodídeo em perigo de extinção do rio Iguaçu”	13
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.1 Área de Estudo	17
2.2 Mapeamento dos poços profundos	19
2.3 Coleta de peixes	21
3. RESULTADOS	23
3.1 Identificação e caracterização dos poços profundos	23
4. DISCUSSÃO	33
5. AGRADECIMENTOS	38
6. REFERÊNCIAS	39
Capítulo 2. Estrutura da população e reprodução de um grande bagre, <i>Steindachneridion melanoderma</i> (Siluriformes: Pimelodidae), espécie endêmica de uma ecorregião Neotropical	45
RESUMO	45
ABSTRACT	45
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAIS E MÉTODOS	47
2.1 Área de estudo, amostragem e obtenção dos dados	47
2.2 Análise dos dados	49
3. RESULTADOS	51
3.1 Estrutura da População	51
3.2 Reprodução	55
3.3 Relação entre período reprodutivo e variáveis ambientais	61
4. DISCUSSÃO	65
5. AGRADECIMENTOS	68
6. REFERÊNCIAS	68

INTRODUÇÃO GERAL

As espécies endêmicas têm os riscos de extinção aumentados por serem, particularmente, vulneráveis a mudanças ambientais. Em decorrência da ação antrópica, esta situação é evidenciada no rio Iguaçu, onde a comunidade ictiica mostrou-se reduzida em 5,3%, no período de treze anos, conforme os registros de Zawadzki *et al.* (1999) e de Baumgartner *et al.* (2012). A ictiofauna do rio Iguaçu é caracterizada, predominantemente, por espécies de pequeno porte (Baumgartner *et al.*, 2006), entretanto, destaca-se o Siluriforme *Steindachneridion melanodermatum* Garavello, 2005, representante de grande porte da família Pimelodidae, popularmente conhecida como surubim do Iguaçu, bocudo ou monjolo.

O gênero *Steindachneridion*, é representado por seis espécies endêmicas restritas aos rios das bacias da América do Sul, nas regiões sul e sudeste do Brasil (Lundberg e Littman, 2003; Garavello, 2005): *Steindachneridion scriptum* dos rios Paraná e Uruguai; *Steindachneridion punctatum* do Alto rio Paraná e bacia do Uruguai; *Steindachneridion doceanum* do rio Doce; *Steindachneridion amblyurum* do rio Jequitinhonha; *Steindachneridion melanodermatum* do Rio Iguaçu; e *Steindachneridion parahybae* do Rio Paraíba do Sul. Estas espécies apresentam uma característica comum, o endemismo regional e seu estado de conservação em perigo e ameaçado de extinção (Rosa & Lima, 2008; Brasília, 2014).

Os grandes bagres (*catfishes*) apresentam elevada importância econômica e ecológica, bem como muitas espécies são abundantes nos trópicos da América do Sul, África e na Ásia (Bruton, 1996; Reis *et al.*, 2003) despertam interesse por serem apreciados para a pesca e cultivos em piscicultura (Zaniboni-Filho *et al.*, 2004). A família Pimelodidae em especial é constituída por espécies de grande porte, representada por 31 gêneros (Santos *et al.*, 2004; Lundberg *et al.*, 2011) e a maioria possui hábitos bentônicos e noturnos (Britski *et al.*, 2007). Estes peixes ocupam uma ampla diversidade habitats nos principais canais dos grandes rios da América do Sul (Barbarino-Duque & Winemiller, 2003; Lundberg and Littman, 2003) e são endêmicos da região Neotropical, com ampla distribuição nas bacias da Amazônia, Orinoco e Paraná.

O surubim do Iguaçu possui distribuição restrita a bacia do Rio Iguaçu (Garavello, 2005), especificamente na porção média e baixa do rio Iguaçu, é o maior peixe deste rio e possivelmente migrador (Agostinho & Gomes, 1997; Ludwig *et al.*, 2005; Brehm *et al.*, 2016). A espécie é habitante de águas rápidas, fundos rochosos e locais profundos em trechos do rio em que o fluxo natural da água ainda está preservado sendo escassas as informações

disponíveis referentes ao gênero *Steindachneridion*, devido ao pouco número de espécies que representam o gênero, além da dificuldade de amostragens em campo e do número limitado de exemplares capturados necessários para a realização de estudos biológicos (Garavello, 2005) e diante do exposto faz-se necessários estudos acerca da biologia reprodutiva das espécies.

Informações sobre a distribuição e as exigências ecológicas bem como, a biologia reprodutiva de *S. melanoderdatum* são escassas, este estudo descreveu o seu habitat preferencial e identificou os locais de ocorrência da espécie ao longo Baixo do Rio Iguaçu, no trecho livre de represamentos. Bem como, caracterizou as táticas reprodutivas utilizadas por *S. melanoderdatum* além de relacionar o período reprodutivo com variáveis abióticas. Estas informações são urgentes e imprescindíveis para ampliar o conhecimento da espécie e auxiliar no desenvolvimento de planos de manejo e conservação.

Capítulo 1: “Poços profundos: santuários ecológicos para o grande pimelodídeo em perigo de extinção do rio Iguaçu”

RESUMO

Este estudo descreveu o seu habitat preferencial de *Steindachneridion melanoderdatum* por meio de análises batimétricas, bem como determinou os locais de ocorrência da espécie. A área de estudo compreendeu a região do Baixo rio Iguaçu, um trecho de aproximadamente 190 km de extensão, da jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu, incluindo alguns tributários, onde foram estabelecidos 27 pontos de amostragem. Ao longo do trecho amostrado foram identificados 22 poços com profundidades máximas variando de 7 a 25 m, destes 19 poços estão localizados ao longo do canal principal do rio Iguaçu e 03 poços nos tributários. No período de setembro de 2012 a dezembro de 2016 foram amostrados no total 182 espécimes de *S. melanoderdatum* com o comprimento total variando de 21 a 102 cm e o peso de 82,8 a 15.670,0 g. As maiores abundâncias da espécie foram registradas nos poços com profundidades de 22 a 25m, em especial no Poço Preto localizado na Unidade de Conservação do Parque Nacional do Iguaçu. A caracterização e mapeamento dos poços profundos no rio Iguaçu foram fundamentais para identificar áreas de conservação ou áreas santuários, a fim de garantir que os habitats da espécie sejam protegidos.

Palavras-chave: *Steindachneridion melanoderdatum*, espécie ameaçada, mapeamento, habitat.

ABSTRACT

This study characterizes the preferred habitat of *Steindachneridion melanoderdatum* through bathymetric analyzes and determined the locals of occurrence of the species. The study area comprised the region of the Lower Iguaçu River, a stretch of approximately 190 km in length, downstream from the Salto Caxias Hydroelectric Power Plant to upstream of the Iguaçu Falls, including some tributaries, with 27 sampling sites established from September 2012 to December 2016. Along the sampled stretch, 23 pools with maximum depths ranging from 5 to 25 m were identified, of these 19 pools are located along the main channel of the Iguaçu River and 03 pools in the tributaries. A total of 182 specimens of *S. melanoderdatum* were sampled with total length ranging from 21 to 102 cm and weight from 82.8 to 15,670.0g. The greatest abundances of the species were recorded in the pools with depths from 22 to 25m, especially in the deep pool called Poço Preto located in the Conservation Unit of the Iguaçu National Park. The characterization and mapping of the deep pools in the Iguaçu River were fundamental to determine areas of conservation or sanctuary, in order to guarantee that the habitats of the species are protected.

Keywords: *Steindachneridion melanoderdatum*, threatened species, mapping, habitat.

1. INTRODUÇÃO

Peixes de água doce neotropicais comumente habitam diversos habitats como corredeiras, correntezas, águas correntes, cascatas, canais profundos de grandes rios e áreas de remansos (Harding et al., 2009; Reis et al., 2016). Algumas espécies de peixes podem requerer habitats mais específicos, as quais são mais susceptíveis a ameaças pela degradação do habitat (Baird & Flaherty, 2005). A perda de habitats causada pelas atividades antrópicas é um dos principais agentes que promovem e aumentam a extinção das espécies (Cetra et al., 2010, Reis et al., 2016), em decorrência da fragmentação do habitat imposta pelas construções de hidrelétricas, alterações do ambiente decorrente das destruições das matas ciliares, uso de agrotóxicos nas lavouras ao entorno dos rios, introdução de espécies de peixes exóticas e pela sobrepesca (Dudgeon et al., 2006; De Silva et al., 2007; Letcher et al., 2007; Nel et al., 2009; Reis et al., 2016).

Essas alterações do habitat expõem as espécies de peixes da América do Sul a rápidos declínios e ameaças de extinção (Barletta et al., 2010) e, deste modo, é de urgência a conservação dos habitats aquáticos (Barletta et al., 2015) e um grande desafio devido as muitas ações antropogênicas (Reis et al., 2016). O estado de conservação da maioria dos peixes de água doce da América do Sul não é dos piores quando comparado com os outros locais do mundo (Reis et al., 2016) especificamente para o Brasil categorizado em 10% da ictiofauna de água doce com o *status* de ameaçadas (ICMBio, 2014).

Para a gestão e conservação das comunidades de peixes (Tripe & Guy, 1999, Argent et al., 2003), principalmente daquelas ameaçadas de extinção (Ko et al., 2013), são essenciais os conhecimentos da distribuição e tamanho populações de peixes, das características dos habitats, bem como, da interação de fatores bióticos e abióticos dentro de um ecossistema (Muchlisin, 2013).

Os grandes bagres (*catfishes*) apresentam elevada importância econômica e ecológica, e muitas espécies são abundantes nos trópicos da América do Sul, África e na Ásia (Bruton, 1996; Reis et al., 2003). A família Pimelodidae em especial é constituída por espécies de grande porte, representada por 31 gêneros (Santos et al., 2004; Lundberg et al., 2011) e a maioria possui hábitos bentônicos e noturnos (Britski, Silimon & Lopes, 2007). Estes peixes ocupam uma ampla diversidade habitats nos principais canais dos grandes rios da América do Sul (Barbarino-Duque & Winemiller, 2003; Lundberg, & Littman, 2003) e são endêmicos da região Neotropical, com ampla distribuição nas bacias da Amazônia, Orinoco e Paraná.

Dentre os pimelodídeos destaca-se o gênero *Steindachneridion*, representado por seis espécies endêmicas restritas aos rios das bacias da América do Sul, nas regiões sul e sudeste do Brasil (Lundberg & Littman, 2003; Garavello, 2005): *Steindachneridion scriptum* (Miranda Ribeiro, 1918) dos rios Paraná e Uruguai; *Steindachneridion punctatum* (Miranda Ribeiro, 1918) do Alto rio Paraná e bacia do Uruguai; *Steindachneridion doceanum* (Eigenmann & Eigenmann, 1889) do rio Doce; *Steindachneridion amblyurum* (Eigenmann & Eigenmann, 1888) do rio Jequitinhonha; *Steindachneridion melanodermatum* Garavello, 2005 do Rio Iguaçu; e *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1877) do Rio Paraíba do Sul. Estas espécies apresentam uma característica comum, o endemismo regional e seu estado de conservação ameaçado de extinção (Rosa & Lima, 2008; Brasília, 2014).

A espécie *Steindachneridion melanodermatum*, conhecida como surubim do Iguaçu, bocudo ou monjolo, é de ocorrência restrita ao Baixo Rio Iguaçu (Garavello, 2005; Agostinho & Gomes, 1997; Garavello, Pavanelli & Suzuki, 1997; Baumgartner et al., 2012), é o maior peixe deste rio e possivelmente migrador (Agostinho & Gomes, 1997; Ludwig, Gomes & Artoni, 2005; Brehm, Filippin & Moura, 2016). A espécie é habitante de águas rápidas, fundos rochosos e locais profundos em trechos do rio em que o fluxo natural da água ainda está preservado (Garavello, 2005).

Locais com elevada profundidade são habitats denominados de poços profundos, os “*deep pools*”, por Chan et al. (2005), que correspondem as seções mais profundas do canal do rio (Poulsen & Valbo-jorgensen, 2001; Halls, 2008). Além da profundidade, os poços profundos diferem quanto as características ambientais como velocidade da água, tipo de substrato (Baird et al., 1998) e são classificados de acordo com a sua posição no leito do rio e localização em relação a presença de ilhas e substrato (rochoso, aluvial) (Halls et al., 2013).

Poços profundos existentes no Rio Mekong na Ásia apresentam elevada importância ecológica para a conservação de espécies de peixes tropicais (Chan et al., 2005). Estes locais servem como habitats de refúgio na época de seca para espécies sedentárias e migradoras (Poulsen & Valbo-jorgensen, 2001; Poulsen et al., 2002; Chan et al., 2003; Baird, 2005a, b; Stefferud, Gido & Propst, 2011), como também são habitats permanentes para outras espécies como as não nativas (Stefferud, Gido & Propst, 2011), locais de desova e alimentação (Baird & Flaherty, 2005; Poulsen & Valbo-Jorgensen, 2001). Além disso, neste rio os poços profundos formam uma importante ligação entre habitats para a migração de espécies de peixes migradoras de longas distâncias que utilizam os poços para descanso (Poulsen & Valbo-jorgensen, 2001, Makwinja et al., 2014).

Em face ao cenário de ameaça iminente a conservação de *S. melanodermatum*, decorrentes de ações antrópicas, principalmente a pesca predatória excessiva e devastação de seu habitat pelas sucessivas barragens de hidrelétricas (Brehm, Filippin & Moura, 2016; Assumpção et al., 2017), o estabelecimento de planos de manejo e conservação da espécie são cruciais. Contudo, a carência de conhecimento sobre o habitat e de amostragens apropriadas ao longo da bacia do rio Iguaçu não permitiu estabelecer o limite preciso de sua distribuição a leste (Agostinho & Gomes, 1997). A ocorrência da espécie foi registrada a jusante do reservatório de Segredo (Garavello, 2005) e no médio e baixo rio Iguaçu a jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias (Ludwig, Gomes & Artoni, 2005).

Considerando que as informações sobre a distribuição e as exigências ecológicas de *S. melanodermatum* são escassas, este estudo identificou, mapeou e caracterizou os poços profundos ao longo Baixo do Rio Iguaçu que são descritos como habitat preferencial do grande pimelodídeo, bem como, documentou os locais de ocorrência da espécie, no trecho livre de represamentos. Estas informações são urgentes e imprescindíveis para ampliar o conhecimento do habitat da espécie e auxiliar no desenvolvimento de planos de manejo e conservação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu abrange uma área de 72.000 km² e faz fronteira com o Estado do Paraná (79%), Santa Catarina (19%) e Argentina (2%) (Eletrosul, 1978; Júlio-Júnior et al., 1997). O rio Iguaçu é o maior tributário do rio Paraná localizado a sua margem esquerda e a jusante da UHE de Itaipu. O rio Iguaçu percorre uma extensão de 1.200 km da sua nascente até a sua foz no rio Paraná (Maack, 1981) sendo subdividido em três unidades hidrográficas de acordo com as características geomorfológicas em alto (1º Planalto), médio (2º Planalto) e baixo (3º Planalto) (Baumgartner et al., 2012).

A região do Baixo Iguaçu pertence ao terceiro planalto e é marcada pela presença de inúmeras corredeiras e cachoeiras como a de Salto Santiago (40 m), Salto Osório (30 m), Salto Caxias (67m) e as Cataratas do Iguaçu (72 m) (Maack, 1981; Júlio-Júnior et al., 1997). Contudo, o elevado desnível possibilitou a formação de cinco reservatórios hidrelétricos em cascata no leito principal do rio Iguaçu (Agostinho et al., 2007; Agostinho & Gomes, 1997).

A sexta usina hidrelétrica em fase de construção, a Usina Hidrelétrica Baixo Iguaçu (UHE Baixo Iguaçu), está localizada entre as cidades de Capitão Leônidas Marques e Capanema – PR, a jusante da Usina Hidrelétrica Governador José Richa (UHE Salto Caxias), cujo eixo da barragem será inserido a aproximadamente 800m a montante da foz rio Gonçalves Dias, o qual faz limite com a Unidade de Conservação Parque Nacional do Iguaçu – PARNA do Iguaçu.

A área de estudo compreende a região do Baixo Rio Iguaçu, um trecho de aproximadamente 190 km de extensão, da jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu (Figura 1). Neste trecho o rio Iguaçu é caracterizado por ser encaixado com leito rochoso constituído de rocha basáltica de originada pelo magnetismo mesozoico e apresenta fragmentos remanescentes do bioma de Mata Atlântica. A ictiofauna dessa região está sujeita aos impactos das ações antropogênicas desenvolvidas a nível local (pecuária, agricultura, barramentos).

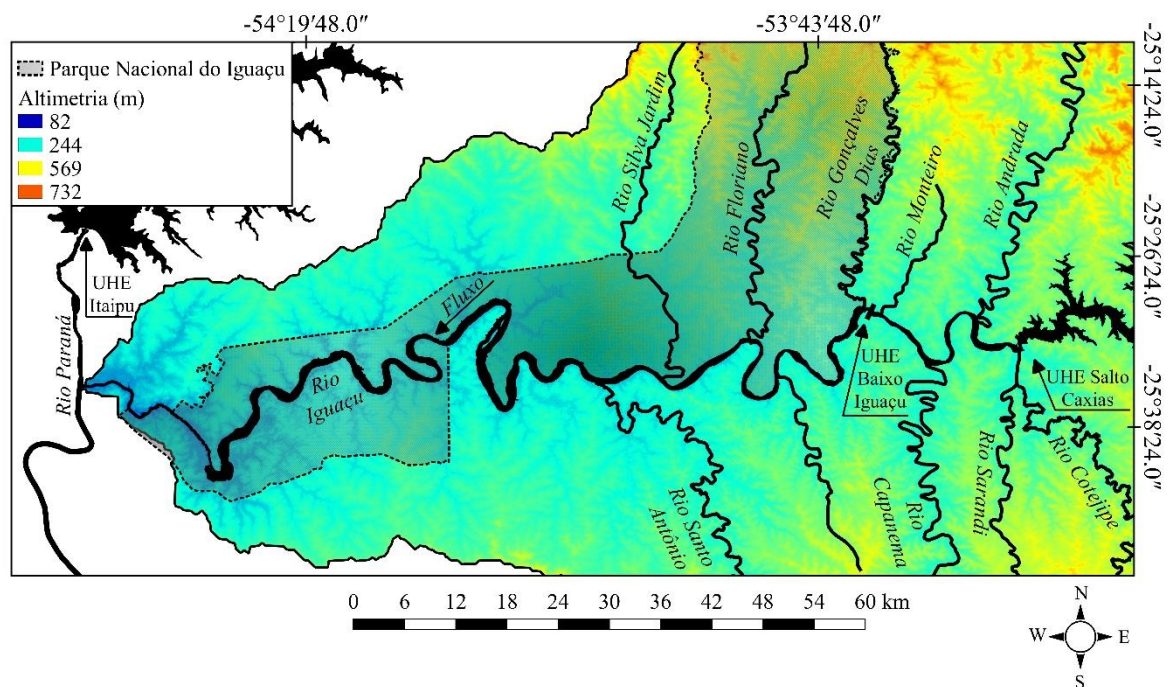


Figura 1 Mapa representando o rio Iguaçu trecho de jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu. Destaque em cinza tracejado: Parque Nacional do Iguaçu.

2.2 Mapeamento dos poços profundos

Para identificar e mapear o habitat da espécie, foram considerados como os poços profundos os locais que apresentaram profundidade acima de cinco metros. As amostragens de profundidade foram realizadas com o uso de sonar (Garmim *Echo* 100), no trecho estudado fazendo a varredura ao longo do rio Iguaçu tomando as medições de profundidades e suas respectivas coordenadas. Os poços profundos identificados na área de estudo foram classificados de acordo com a sua posição de ocorrência, segundo a metodologia proposta por Halls et al. (2013). Cabe destacar que informações sobre a localização de possíveis poços profundos no Rio Iguaçu foram previamente obtidas de pescadores locais e também fornecidas pelo ICMBio-Parque Nacional do Iguaçu quanto àqueles de apreensão de pesca predatória da espécie.

A identificação e o levantamento batimétrico ocorreram nos trechos do rio Iguaçu em que a navegação era possível e segura, pois, em determinados trechos as profundidades eram muito baixas apresentando afloramentos rochosos, fortes corredeiras, além de trechos encachoeirados que impediam a navegação. Fato que impossibilitou o levantamento em um trecho de aproximadamente de 85 km, entre a foz do tributário Santo Antônio até a montante das Cataratas do Iguaçu.

Para a caracterização do habitat do surubim do Iguaçu, dentre os poços identificados, foram selecionados cinco poços profundos (P1, P2, P3, P4 e P15) para realizar a batimetria em transectos a fim de caracterizar o habitat nos poços em que foram registradas as capturas da espécie.

As análises compreenderam transectos transversais, de margem a margem, e longitudinais ao longo do rio Iguaçu, com distâncias de aproximadamente dez metros entre os pontos de marcação (Resck, Neto & Coelho, 2007). Para obter os dados da batimetria (coordenadas e profundidades do rio) foram utilizados o GPS Garmin GPSMAP 60CX *color map navigator* e o sonar Garmim *Echo* 100.

As informações de campo foram processadas no programa de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a criação de modelos digitais de terreno (MDT) batimétricos, usados para representar o relevo abaixo da superfície da água para elaborar os mapas batimétricos da região, possibilitar a localização e o dimensionamento dos poços profundos.

O MDT pode ser definido por redes triangulares irregulares, ou *Triangular Irregular Networks* (TIN) representando estruturas numéricas de dados correspondente à distribuição

espacial da altitude e da superfície do terreno (Oliveira et al., 2010; Freitas et al., 2013). O TIN é um modelo de terreno eficiente, pois a densidade da informação pode variar de região para região de forma a que mais pontos sejam incluídos onde há mais variação de elevação, sendo necessários menos pontos em regiões de menor variação de elevação, evitando a redundância de dados (Freitas et al., 2016).

Posteriormente, foram criadas as isobatas (linhas de profundidade) em conjunto aos mapas. Os procedimentos foram realizados utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS versão 2.18 e o programa QGIS Mapserver para o processamento das imagens do mapeamento (QGIS Mapserver 2015).

2.3 Coleta de peixes

Para identificar os locais de ocorrência de *S. melanodermatum* ao longo do Rio Iguaçu foram estabelecidos vinte e sete locais de amostragens ao longo do Rio Iguaçu (Figura 2), compreendendo o canal principal (pontos 3, 4, 8, 12, 13, 19, 26 e 27) e 09 tributários (Cotejipe – 1; Sarandi – 2; Andrada – 5, 6 e 7; Capanema – 9, 10 e 11; Monteiro – 14 e 15; Gonçalves Dias – 16, 17 e 18; Floriano – 20; Silva Jardim – 21 e 22; Santo Antônio – 23, 24 e 25). Alguns pontos de amostragem estão localizados na Unidade de Conservação Parque Nacional do Iguaçu – PARNA do Iguaçu. Os pontos 26 e 27, conhecido na região como Poço Preto, foram pré-estabelecidos como locais de amostragens a partir de informações prévias do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio como local de ocorrência da espécie.

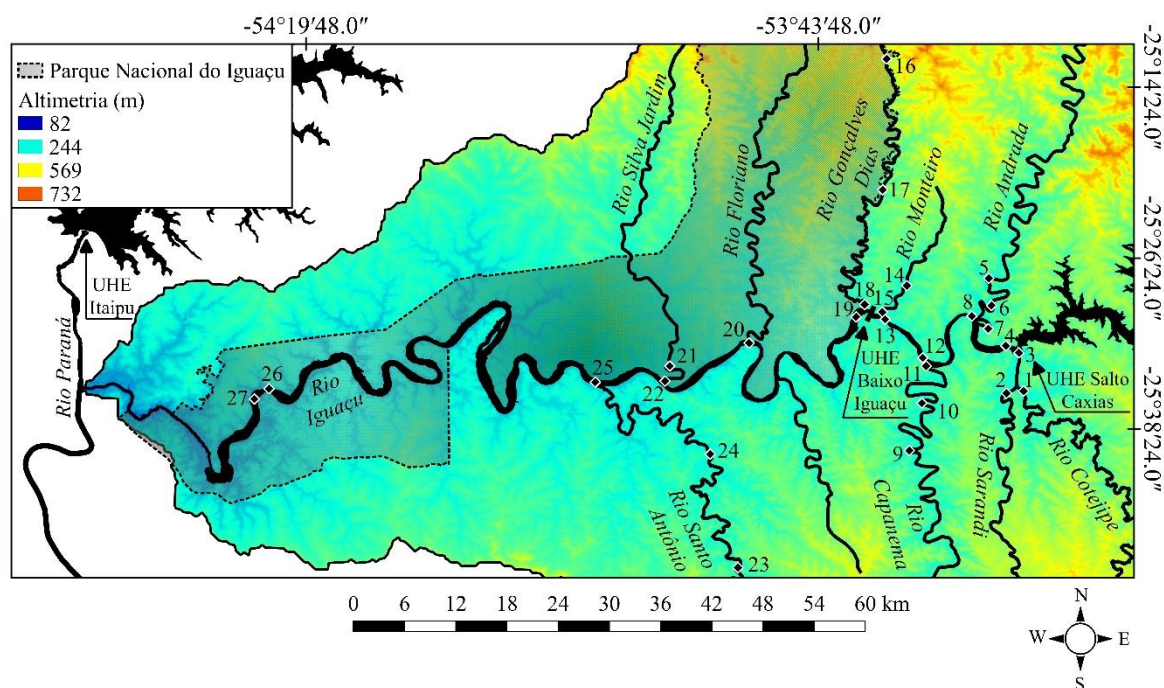


Figura 2 Localização dos pontos de amostragens realizadas no Baixo rio Iguaçu, no trecho de jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu para a captura de *Steindachneridion melanodermatum*. Destaque em cinza: Parque Nacional do Iguaçu.

As amostragens mensais nos pontos 1 a 25 foram conduzidas nos períodos de janeiro de 2010 a janeiro de 2011; de setembro de 2013 a março de 2015; de agosto de 2015 a março de 2016; de agosto de 2016 a dezembro de 2016 (total de 40 amostragens), como parte da Avaliação da ictiofauna e do ciclo reprodutivo na área de influência da UHE Baixo Iguaçu - Programa de Monitoramento Meio Aquático - Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna

da Usina Hidrelétrica (UHE) Baixo Iguaçu, mediante das Autorizações do Instituto Ambiental do Paraná-IAP (Licença nº 37788 e 43394) e das Autorizações do ICMBio (nº 003/2014 e Ofício SEI nº 63/2016-DIBIO/ICMBio). Adicionalmente, amostragens mensais nos pontos 26 e 27, foram realizadas no período de 2012 a 2014 (total de 24 amostragens), por meio de autorizações emitidas pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO (número: 25648-3 e 25648-4; <http://www.icmbio.gov.br/sisbio/>).

Os métodos de capturas utilizados nos locais foram redes de espera (malhas: 2,5 a 18 cm e feiticeira 6, 7 e 8 cm entre nós opostos, com comprimento de 10 m) e espinhel (20 anzóis de 9/0, 5/0 armados com iscas - pedaços de peixes e coração bovino). As redes de espera e espinhéis foram dispostas na margem direita do rio Iguaçu e instalados às 15:00 hs e revistados a intervalos de 6:00 hs, ou seja, às 21:00 hs, às 03:00 e às 09:00 hs do dia seguinte, com esforço padronizado.

Os peixes capturados foram acondicionados em caixas contendo gelo e transportados ao laboratório para análises. Em laboratório, os peixes capturados foram identificados e medidos (comprimento total e padrão). Porém, 68 exemplares capturados nos locais 26 e 27 que permaneceram vivos, foram soltos nos locais de captura após serem medidos. Espécimes testemunhos foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina – UEL (MZUEL 17094, 15702, 15703, 15704, 17504 e 17531). Os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - número 62/09.

Concomitante às amostragens de peixes foi obtida informações de variáveis abióticas, como temperatura da água (°C), concentração de oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) utilizando multiparâmetro Profissional Plus (YSI, Modelo Pro, EUA), como também de turbidez (NTU) amostrada com Turbidímetro (Policontrol, Modelo AP 2000 IR, Brasil) e da profundidade (m) com uso de sonar (Garmim *Echo* 100). Além destes parâmetros, foram obtidos dados de precipitação e vazão diários fornecidos pelo Instituto Tecnológico do Paraná – SIMEPAR.

Para verificar a distribuição temporal da abundância e a sua relação com as variáveis abióticas foram utilizados somente as informações coletadas nos pontos 26 e 27 devido informações do ICMBio de serem locais em que era certo a captura da espécie durante o período de estudo mediante a informações das apreensões da pesca ilegal que ocorreram dentro dos limites do Parque Nacional do Iguaçu. Para avaliar a distribuição temporal (mensal) da abundância de *S. melanodermatum* foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA unifatorial). A variável biótica (abundância) foi transformada em raiz quadrada para atender

os pressupostos da normalidade e homogeneidade das variâncias. O programa STATISTICA v. 7.0 foi utilizado para esta análise.

A rotina BEST BIOENV foi conduzida para determinar qual variável ou combinação de variáveis abióticas (temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, turbidez, precipitação e vazão) melhor explicam a abundância mensal do surubim do Iguaçu. Para isso utilizou-se o coeficiente de correlação de *Spearman* (Rho). Na rotina BIOENV matrizes de similaridade (dados bióticos) foram criadas com os dados biológicos transformados por raiz quadrada e utilizou o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis. Para as variáveis ambientais, os dados foram transformados em $\log x + 1$ e normalizados com base na distância Euclidiana, utilizando o *software* PRIMER, v. 6 (Clarke & Gorley, 2006).

3. RESULTADOS

3.1 Identificação e caracterização dos poços profundos

Um total de 22 poços com profundidades máximas variando de 5 a 25 m (Figura 3) foram identificados na área de estudo. Destes, 19 poços estão localizados ao longo do canal principal do rio Iguaçu e 03 poços nos tributários - Capanema (01), Foz do Florianiano (01) e Santo Antônio (01). Do total de poços profundos (*deep pools*) mapeados no canal principal do rio Iguaçu, foi possível determinar as profundidades em 14 poços que apresentaram as profundidades máximas variando de 13 a 25 m, e um poço profundo localizado no tributário Capanema (14 m) (Figura 3).

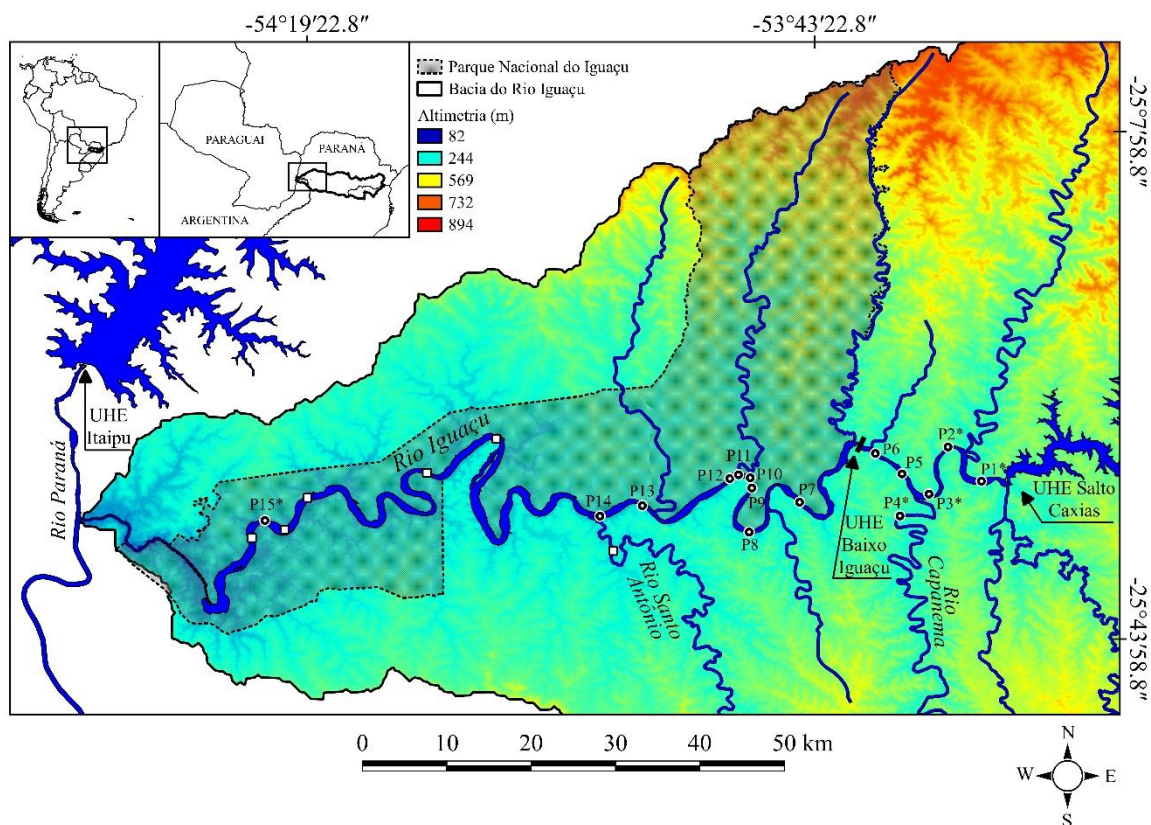


Figura 3 Mapa de localização dos poços profundos no Baixo rio Iguaçu, no trecho de jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu. Destaque em cinza: Parque Nacional do Iguaçu. □ = poços profundos via informação do ICMBio. * indica os poços que foram realizados a batimetria para a caracterização dos poços.

Na área Unidade de Conservação PARNA do Iguaçu foram identificados cinco poços (a partir de informações do ICMBio), porém nestes não foram realizadas as medições das profundidades devido ao nível do rio estar baixo e apresentar séries de corredeiras fortes que impossibilitaram a navegação (Figura 3). Os locais P1, P2, P3 e P4, localizados próximos a jusante da barragem da UHE Salto Caxias, correspondem a um trecho com áreas impactadas por ações antrópicas desenvolvidas pelas atividades agrícolas e pastagem. Já o poço P15 (conhecido na região como Poço Preto) está localizado a montante das Cataratas do Iguaçu e inserido na Unidade de Conservação PARNA do Iguaçu (Figura 3).

No trecho de jusante da UHE Salto Caxias até o eixo da barragem da Usina Hidrelétrica Baixo Iguaçu (em construção), os cinco poços profundos identificados no leito principal do rio Iguaçu apresentaram profundidades médias variando de 7,25 a 13,48 m e no tributário Capanema com profundidade média foi de 9,2 m (Figura 4). A jusante do eixo da barragem Baixo Iguaçu, seguindo o curso do fluxo do rio Iguaçu, os poços profundos apresentaram profundidades médias entre 9,63 a 16,21 m (Figura 4).

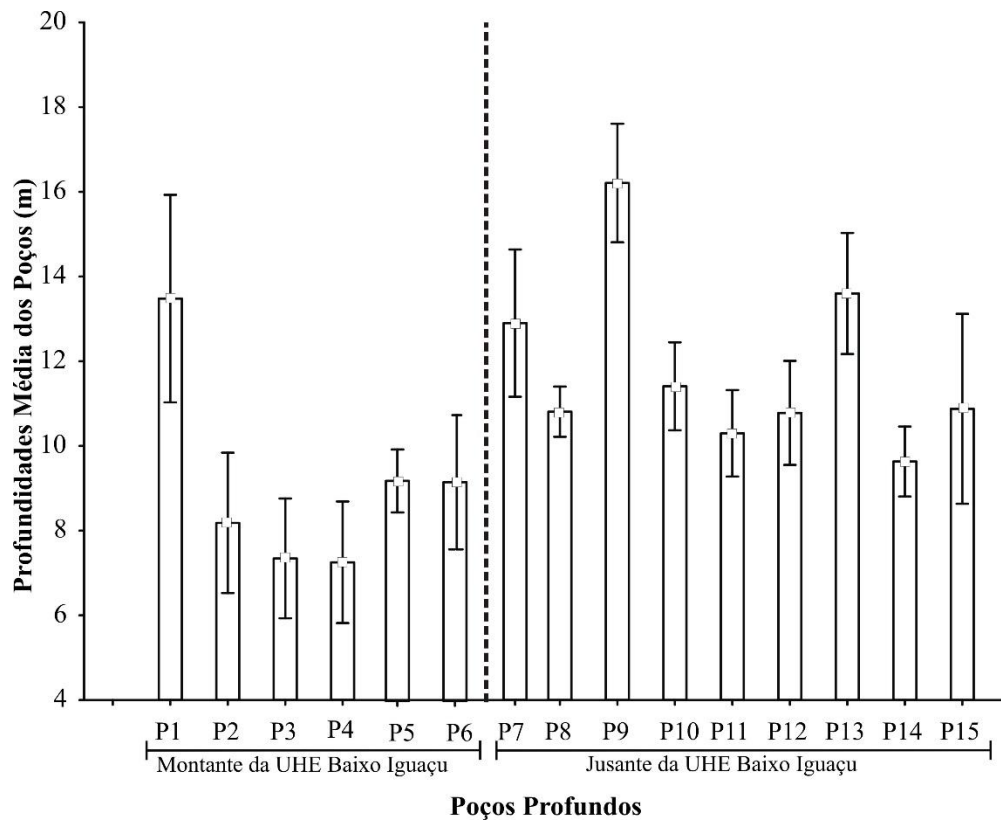


Figura 4 Profundidades médias dos poços profundos identificados no Baixo rio Iguaçu, no trecho de jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu. □ Média I Média±Erro Padrão. Linha tracejada indica o eixo da Usina Hidrelétrica Baixo Iguaçu (em construção).

A caracterização batimétrica foi realizada em cinco poços profundos P1, P2, P3, P4 e P15 em que ocorrem o registro da captura do surubim do Iguaçu (Figura 5). Os transectos batimétricos conduzidos apresentaram áreas de extensão variando de 17.625,63 a 2.611.129,43 m² que abrigaram poços profundos com áreas de 8.588,75 a 622.980,81 m², com profundidade média de 6,98 m e máxima de 25,00 m (Figura 5).

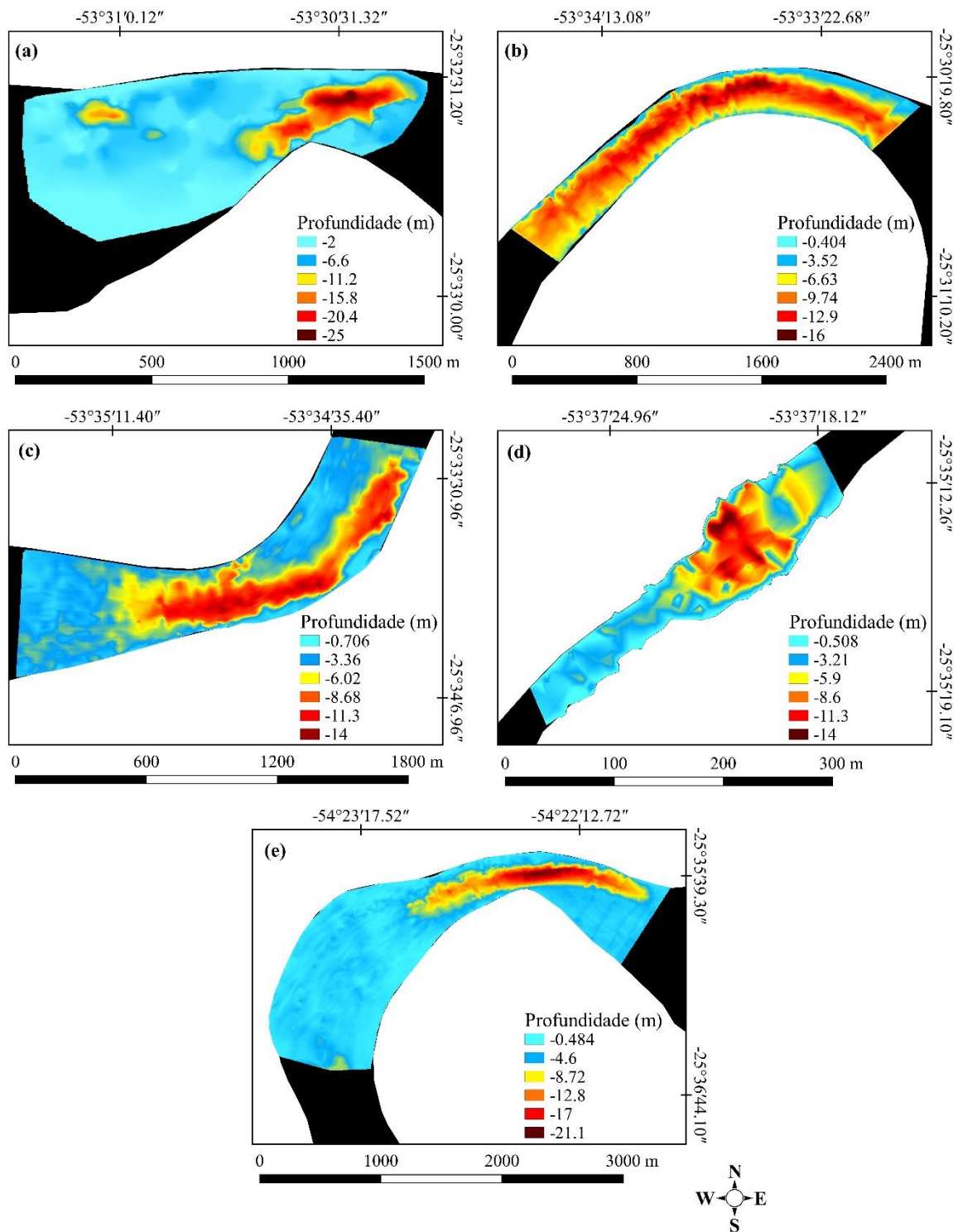


Figura 5 Mapa batimétrico da caracterização dos poços profundos no rio Iguaçu no trecho de jusante de Salto Caxias até montante das Cataratas do Iguaçu – Parque Nacional do Iguaçu. P1, P2, P3: poços profundos localizados a jusante de Salto Caxias e P4: poço profundo localizado no tributário Capanema; P15: poço profundo localizado na Unidade de Conservação PARNA do Iguaçu, próximo as Cataratas do Iguaçu.

A batimetria realizada no poço P1 mostrou a existência de dois poços profundos, um poço de maior área, 66.539,13 m² com profundidade mínima e máxima de 2,40 m e 25 m, respectivamente, um outro poço com menor área com profundidade máxima de 15,80 m (Figura 5a). A largura média do rio nesse transecto foi de 647,03 m localizado a aproximadamente 3 km da jusante da barragem a UHE Salto Caxias. Nas áreas menos profundas observou a ocorrência de leito de superfície rochosa e grandes rochas e trecho lótico.

O transecto do poço P2 apresentou uma distância de 7,67 km do poço P1 localizado próximo a foz do tributário Andrada, nessa área o rio Iguaçu faz uma curva côncava em que a margem esquerda é bem impactada por atividade agrícola e mata ciliar quase inexistente. O poço profundo P2 apresentou área de 622.980,81 m², localizado no canal principal do rio Iguaçu (Figura 5b) com profundidades variando entre 0,44 a 16 m (Figura 5b). A largura média do rio Iguaçu neste transecto foi de 387,32 m. Antecedendo esse poço foi observado uma região com fortes corredeiras direcionando o fluxo para a margem direita do rio.

O poço profundo P3 com área de 272.729,76 m² e profundidades variando entre 0,92 a 14 m está localizado a montante da foz do tributário Capanema (Figura 5c). O rio Iguaçu apresentou largura média de 474,60 m. Nesse transecto observou-se locais com baixa profundidades e fortes corredeiras seguida de áreas profundas em que o rio Iguaçu forma uma curva convexa, bem como, presença de afloramento rochoso e pequena ilha no meio do leito do rio Iguaçu. Esse trecho foi caracterizado por impossibilitar a navegação devido a limitação da profundidade e forte fluxo de água.

A jusante do poço profundo P3 aproximadamente a três quilômetros está localizado a foz do tributário Capanema, aproximadamente a uma distância de 13 km da UHE Baixo Iguaçu (em construção). É evidente as atividades antrópicas desenvolvidas de áreas agrícolas e pastagens em ambas as margens do rio Iguaçu entre os poços P1 ao P3.

O poço profundo P4 localizado no meio do canal principal do tributário Capanema apresentou área de 8.588,75 m² com profundidades variando de 0,51 a 14 m e largura média do rio Capanema de 60,66 m (Figura 5d).

A uma distância de aproximadamente 157 km do poço profundo P3 o rio Iguaçu faz uma curva côncava onde está localizado o poço profundo P15, conhecido na região como Poço Preto. O Poço Preto foi caracterizado com uma área de 359.505,18 m², largura média de 153,27 m e profundidades que variaram de 0,84 a 22 metros (Figura 5e). O poço profundo P15 está localizado entre trechos de corredeiras com baixas profundidades em que é possível observar, em condições de nível da água baixo, o substrato rochoso formando extensas áreas

com lajes e grandes rochas, bem como áreas de remanso que formam espumas na superfície da água, caracterizado por águas mais calmas.

Aproximadamente a 1.335 m a montante do poço profundo P15 m encontra-se a Ilha das Taquaras constituída por locais com profundidades baixas média de 0,70 m em períodos de seca ou nível baixo do rio, formando extensas áreas de lajes. Essa baixa profundidade dificulta a navegação e a área mais profunda nesse trecho corresponde ao canal principal do rio localizado mais próximo da margem esquerda (lado Argentino).

Durante o mapeamento e a batimetria o rio Iguaçu foi caracterizado por apresentar trechos encachoeirados com fortes corredeiras, com presença de vários poços, regiões mais rasas formadas por lajes e grandes rochas basálticas compondo o leito do rio. Outra característica é a ausência de lagoas marginais, pois no rio Iguaçu suas águas correm num leito formado por um cânion constituído de leito com formação rochosa.

Os poços identificados no rio Iguaçu podem ser classificados em três tipos principais (Figura 6). Dos 22 poços profundos identificados, destes 09 poços eram encontrados nas curvas do rio Iguaçu, 11 poços encontrados no meio do canal principal e dois poços encontrados próximos as junções dos tributários Monteiro e Floriano. O poço profundo P15 - Poço Preto, além de ser encontrado na curva do rio Iguaçu, o mesmo está localizado a jusante da Ilha das Taquaras.

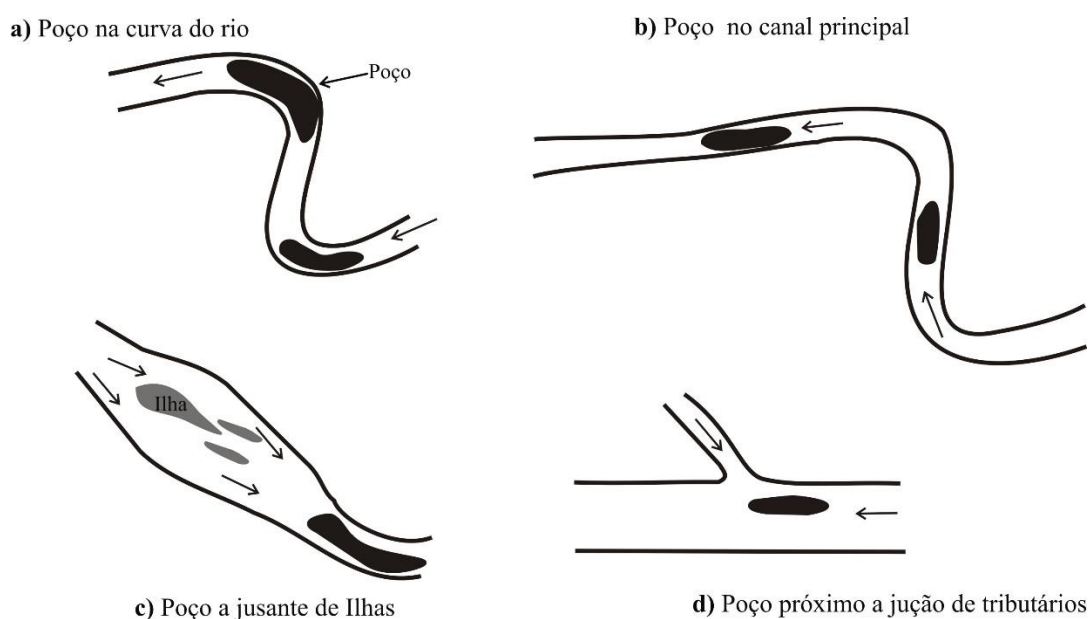


Figura 6. Principais poços profundos encontrados no rio Iguaçu no trecho de jusante de Salto Caxias até montante das Cataratas do Iguaçu – Parque Nacional do Iguaçu. Adaptado de Halls et al., 2013.

3.2 Ocorrência e abundância de *Steindachneridion melanodermatum*

Dos 27 locais de amostragens, a espécie ocorreu apenas em três localizados na calha principal do rio Iguaçu (locais 4, 26 e 27) e em cinco pontos localizados em quatro tributários (locais 10, 11, 18, 20 e 25) (Figura 2). Alguns pontos de amostragem estão localizados na Unidade de Conservação Parque Nacional do Iguaçu – PARNA do Iguaçu. Entre os pontos 13 e 18, está sendo construída a UHE Baixo Iguaçu. Os locais de amostragens a jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias (1 - 15 e 22 - 24) apresentam elevada ação antrópica pela ocupação agropecuária, agricultura, degradação da vegetação ciliar em ambas as margens (Figura 2). Por outro lado, os locais que estão inseridos na divisa da Unidade de Conservação PARNA do Iguaçu (16 a 20; 22 e 25) apresentam a margem direita do rio preservada e margem esquerda impactada, com exceção dos locais 21, 26 e 27 que estão totalmente inseridos dentro da Unidade de Conservação apresentando ambas as margens bem preservadas com mata densa fechada.

Um total de 182 espécimes foi capturado, dos quais apenas quatro indivíduos foram registrados durante o período 2010 a 2011 e 177 espécimes amostrados entre os anos de 2012 a 2016. Elevadas abundâncias foram registradas na calha principal do rio Iguaçu, especialmente nos locais 26 e 27 (91 e 79 indivíduos capturados, respectivamente) e menores capturas no local 4 (06 indivíduos) localizado a jusante da UHE Salto Caxias. Nos tributários, as capturas foram registradas na foz: – rios Capanema (02 indivíduos), Gonçalves Dias (01 indivíduo), Santo Antônio (02 indivíduos) e Floriano (01 indivíduo).

A maior abundância de *S. melanodermatum* foi registrada principalmente no ponto 26, local com elevada profundidade (22 m) (Figura 7). Apesar de apresentar profundidades variando de um a cinco metros, elevadas abundâncias também ocorreram no local 27, possivelmente pelo fato desse local estar localizado muito próximo a poços. As capturas de *S. melanodermatum* também foram evidenciadas nos tributários Floriano e Capanema cujo as profundidades máximas de 14 e 15 m, respectivamente (Figura 7).

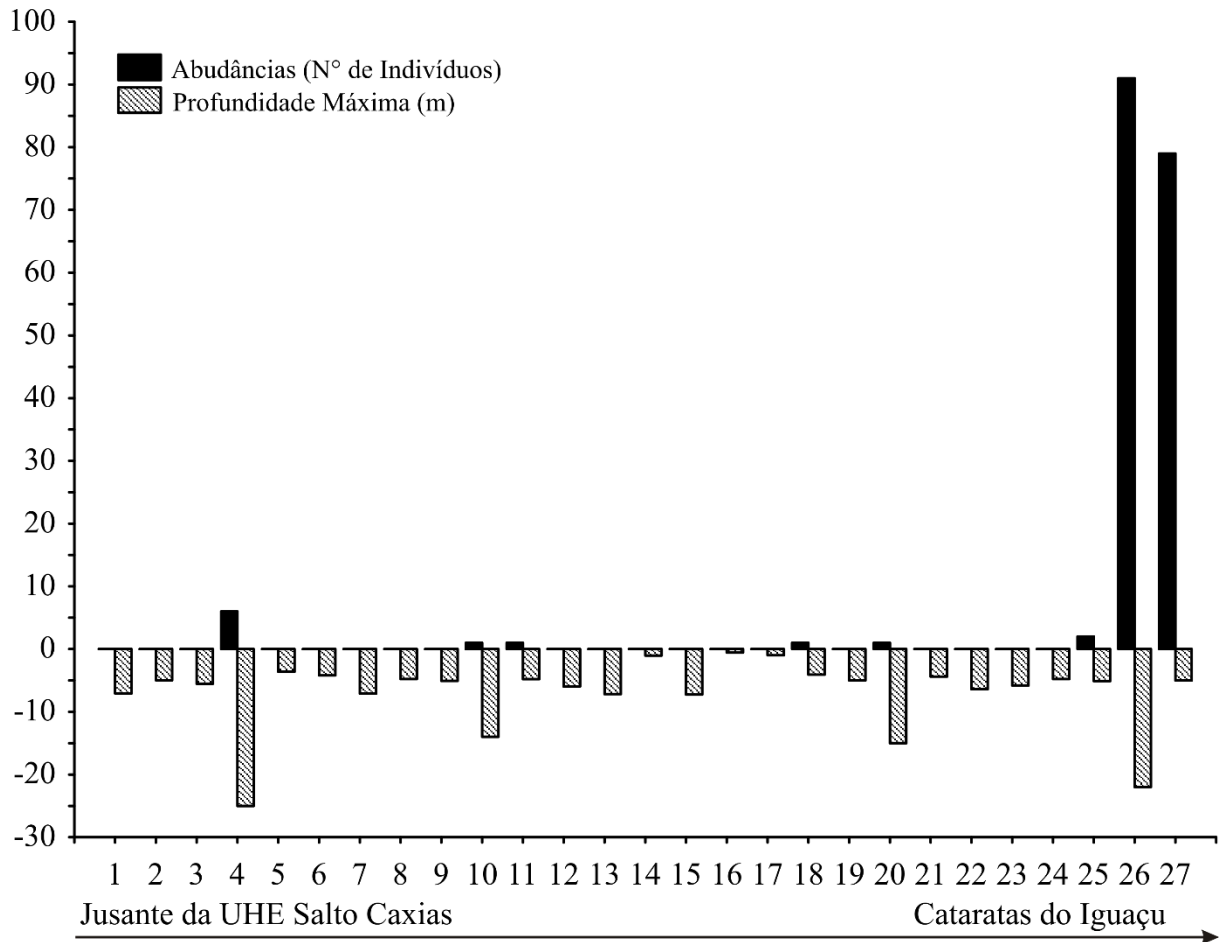


Figura 7 Distribuição das profundidades máximas dos locais de amostragens realizadas no Baixo rio Iguaçu, no trecho de jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu e abundâncias de *Steindachneridion melanodermatum*.

Em relação a distribuição temporal de *S. melanodermatum*, a ANOVA aplicada sobre a abundância média da espécie revelou diferenças significativas ($F(11,30) = 2,243$; $p=0,039$) entre os meses (Figura 8). Maiores abundâncias foram registradas nos meses de junho e julho (10,7 e 6,0, respectivamente) coincidindo com os maiores valores de vazão e precipitação média (Figura 8 a, b), bem como com o período reprodutivo da espécie.

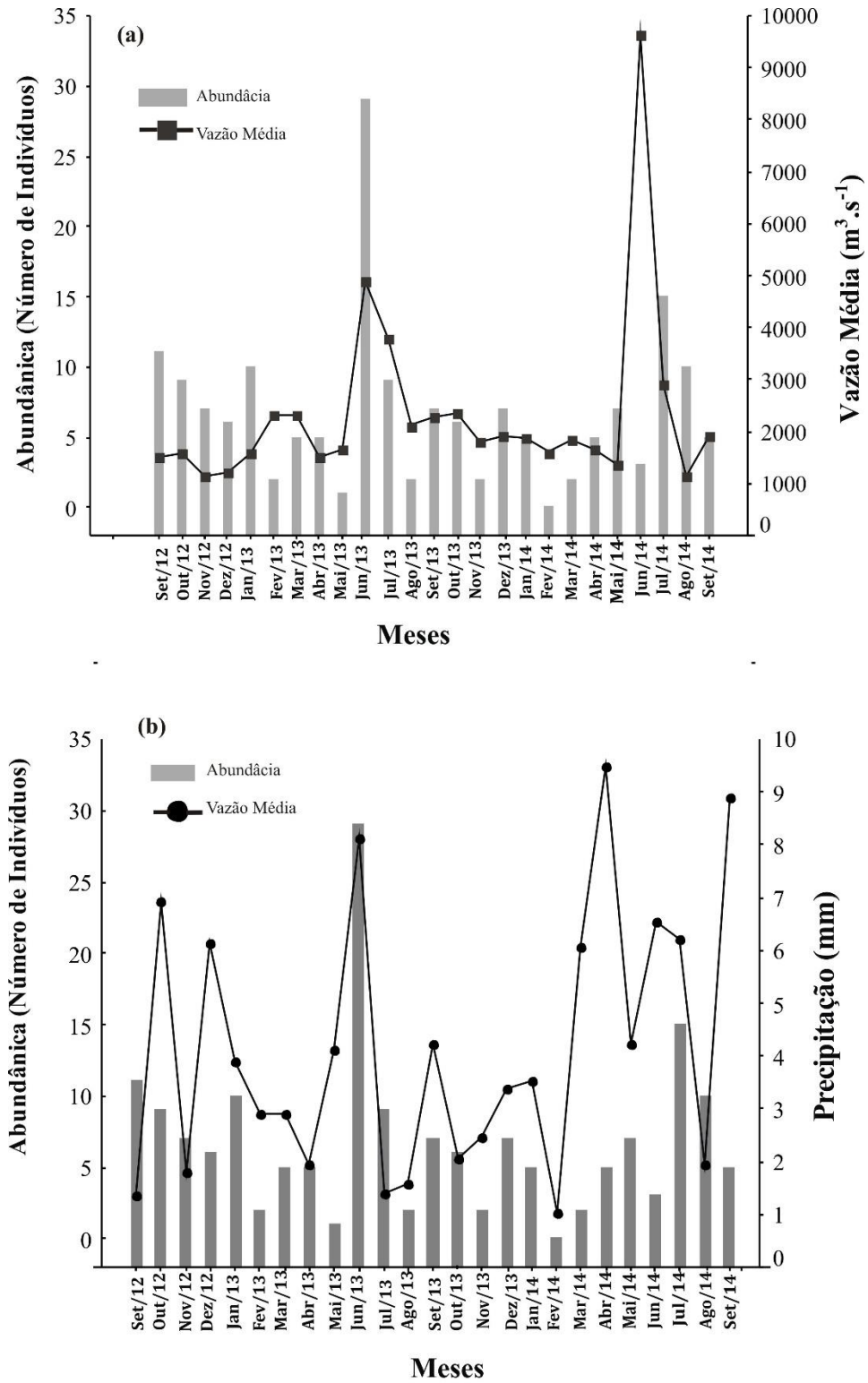


Figura 8. Distribuição mensal da abundância média de *Steindachneridion melanoderdatum* amostrados no Rio Iguaçu, nos locais 26 e 27, a montante das Cataratas do Iguaçu, Parque Nacional do Iguaçu.

O resultado da rotina BIO-ENV entre a abundância de *S. melanodermatum* e as variáveis abióticas mostrou que o conjunto de duas variáveis representado pela temperatura da água e pH (ρ : 0,207) melhor explicaram a distribuição da espécie. No entanto, foi considerado o conjunto de três variáveis representadas pela temperatura da água, pH e turbidez (ρ : 0,204) por apresentar correlação próxima ao valor do primeiro conjunto (Tabela 1). Pode-se observar pela distribuição temporal que as maiores abundâncias ocorreram nos meses de temperaturas mais frias (junho e julho), bem como com elevados valores de turbidez. Por outro lado, nos meses mais quentes ocorrem menores abundâncias e maiores valores de pH. Nos meses de junho e julho ocorreram elevadas incidências de chuvas, fato que colaborou para o aumento da turbidez da água.

Tabela 1 Resultados da BIOENV baseada nas correlações de rank de *Spearman* (Rho) entre a abundância de *Steindachneridion melanodermatum* e as variáveis abióticas. Valores em negrito representam o conjunto de variáveis com a melhor solução possível.

Número de variáveis abióticas	Correlação (<i>Spearman</i> Rho)	Conjunto de variáveis selecionadas
2	0,207	1,3
3	0,204	1,3,5
4	0,188	1,3, 4, 5
4	0,181	1,2,3,5
3	0,179	1,3,4
1	0,177	3

1 = temperatura da água; 2 = oxigênio dissolvido; 3 = potencial hidrogeniônico (pH); 4 = condutividade elétrica; 5 = turbidez; 6 = vazão e 7 = precipitação.

4. DISCUSSÃO

Dentre as ações estabelecidas pelo Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna Aquática e Semiaquática da Bacia do Baixo Iguaçu - PAN Baixo Iguaçu, a respeito da espécie *S. melanodermatum*, destaca-se a realização de estudos acerca da caracterização do habitat, conservação genética e comportamento migratório. Este estudo caracterizou o habitat de *S. melanodermatum* como sendo poços profundos que apresentaram profundidades de 7 a 25 m. O poço profundo denominado de Poço Preto – poço P15 e seu entorno, localizado na Unidade de Conservação PARNA do Iguaçu, pode ser considerado um Santuário para a espécie, dada a sua elevada abundância.

No rio Iguaçu são inexistentes estudos referente a quantificação, avaliação ou monitoramento de poços profundos. Assim, este estudo é o primeiro a evidenciar que os poços profundos da jusante de Salto Caxias são utilizados como habitat para o grande pimelodídeo surubim do Iguaçu.

O rio Uruguai apresenta trechos com cachoeiras seguidos de poços profundos (Zaninboni-Filho & Schulz, 2003) com profundidades de 20 a 30 m e trechos de lajes com profundidade de 1 a 2 m. O levantamento dos poços profundos no Baixo rio Iguaçu neste estudo registrou poços profundos com profundidades variando entre sete a vinte e cinco metros. Em nosso estudo, a maioria dos poços profundos foram encontrados nas curvas do rio e ao meio do canal principal.

Estudos realizados no rio Mekong ressaltam que os poços profundos são habitats ameaçados pelos impactos causados pelas construções das usinas hidrelétricas como a alteração do fluxo da água e o transporte de sedimentos para o interior dos poços profundos promovendo o assoreamento dos mesmos, além do mais, as barragens impedem o acesso dos peixes nesses habitats ou outros habitats críticos (Halls et al., 2013). A construção de novos reservatórios, como no caso a UHE Baixo Iguaçu, coloca em risco a espécie por promover a redução de áreas livre de barramento, bem como, impede o acesso da espécie a esses poços profundos que são caracterizados como habitats fundamentais para a manutenção e conservação da espécie. Além do mais, da jusante da Usina de Salto Caxias até o eixo principal da barragem Baixo Iguaçu são encontrados seis poços profundos no qual o surubim do Iguaçu passará a não terá mais o acesso ao seu habitat natural, bem como aos seus tributários, a menos que haja um sistema de transposição para peixes.

A perda de alguns poços profundos localizados a jusante da barragem conforme evidenciados por Poulsen & Valbo-Jorgensen (2001) mostram o impacto severo que esses

empreendimentos causam para o habitat dos peixes, além da sedimentação dos poços ao longo dos anos que agrava o impacto causado nas espécies de peixes que utilizam esses habitats de áreas profundas para a sua sobrevivência (Poulsen et al., 2002; Baird, 2006) evidenciando que não somente a espécie *S. melanodermatum* está em perigo, mas também os poços profundos existentes no rio Iguaçu.

Os poços profundos identificados nos tributários Capanema, na foz do Floriano e Santo Antônio demonstraram importância na conservação da espécie evidenciando que o surubim utiliza os poços existentes nos tributários do rio Iguaçu. Alguns estudos relatam que os tributários são locais de fundamental importância para criação e recrutamento de várias espécies de peixes em especial as que realizam migrações (Makrakis et al., 2012; Da Silva et al., 2015).

Para sustentar uma população de peixes com eficiência mantendo a diversidade de espécies de peixes, a área de proteção precisa possibilitar os indivíduos jovens atingirem a maturidade sexual dentro dessa área, independente da ocorrência da pressão de pesca (Mitamura et al., 2009). Como são inexistentes informações referente a movimentação, áreas de desova e desenvolvimento larval do *S. melanodermatum* no rio Iguaçu é de extrema importância que seja protegido e preservado não só o rio Iguaçu, mas também seus tributários, como os rios Capanema, rio Santo Antônio e rio Floriano, em que foram registrados a presença da espécie.

No sentido de proteger e conservar as espécies de peixes do Rio Mekong, os poços profundos têm sido amplamente estudados e mapeados, com o estabelecimento de Zonas de Conservação de Peixes (Fisheries Conservation Zones-FCZ) ou santuários, onde não é permitido a pesca (Baird et al., 1998; Baird & Flaherty 2005), com reflexos diretos no aumento da abundância de diversas espécies, tanto sedentárias quanto migradoras (Poulsen & Valbo-Jorgensen, 2001). Desta forma, áreas protegidas beneficiam a conservação de peixes de água doce (Saunders et al., 2002; Sarkar et al., 2013). O Poço Preto localizado na Unidade de Conservação PARNA do Iguaçu demonstrou ser fundamental para a manutenção do surubim do Iguaçu uma vez que no trecho de Jusante da UHE Salto Caxias existem várias ações antrópicas que expõem mais ainda a espécie a ameaças devido a diminuição do trecho do rio livre de barramentos.

Estabelecer áreas para a proteção do habitat como santuários, áreas protegidas para peixes ou proibição da pesca em determinadas regiões são medidas ultimamente utilizadas para a conservação do habitat para algumas espécies de peixes endêmicas (Sajan, Anna Mercy & Malika, 2015). Assim, é recomendável que o Poço Preto (poço P15 – local 26) e os poços

profundos localizados a jusante de Salto Caxias e no tributário Capanema sejam estabelecidos como áreas de conservação e zonas de proibição da pesca (sob intensa fiscalização). Os estudos realizados por Assumpção et al. (2017) enfatizam a importância da Unidade de Conservação PARNA do Iguaçu, bem como o Poço Preto para a manutenção e conservação do *S. melanodermatum* e para as demais espécies endêmicas da bacia do rio Iguaçu destacando essa região como um santuário para a ictiofauna do rio Iguaçu. Segundo Brehm, Filippin & Moura (2016) programas de mitigação e compensação ambiental não deve restringir somente locais lânticos e o manejo executado não devem somente atender a produção pesqueira, mas, visar a conservação da diversidade biológica.

Os grandes pimelodídeos habitam locais profundos que sucedem corredeiras em rios de médios e grandes portes (Agostinho et al., 2008) e em locais que o fluxo natural do rio ainda está preservado (Garavello, 2005). As maiores abundâncias *S. melanodermatum* está associada a esses locais, denominado de poços profundos, seguido de áreas com corredeiras que possivelmente a espécie utiliza para alimentação, conforme foi evidenciada no local 27, que embora caracterizado por uma área de baixa profundidade em seu entorno está localizado poços profundos, como o poço P15 (Poço Preto) e um poço a sua jusante conforme informado pelo ICMBio próximo a margem argentina. Poços com elevadas profundidades ou o canal do rio com pelo menos 3 m de profundidade próximos a locais com fortes corredeiras caracterizam o habitat preferencial de *S. parahybae* (Caneppele, Pompeu & Garavello, 2008).

A abundância elevada nos locais na área preservada é discrepante quando comparado a área de jusante da UHE Salto Caxias, que registrou baixa captura da espécie refletindo as mudanças de habitat causadas pela ação antrópica exercida na região. Estudos realizados no lago Tanganyika na Tanzânia para avaliar e comparar diferenças nos recursos da pesca dentro de áreas protegidas e fora (áreas desprotegidas) evidenciaram que a abundância e diversidade de espécies também foram maiores na área protegida (Sweke et al., 2016). Outros estudos mostram que a abundância e diversidade de espécies vulneráveis e ameaçadas de extinção é maior dentro da área preservada do que fora desta (Sarkar et al., 2013; Assumpção et al., 2017), a qual beneficia a conservação da ictiofauna.

Estudos realizados recentemente no Baixo rio Iguaçu por Souza-Shibatta et al. (2018) na mesma área de estudo evidenciaram a ocorrência de *Gymnogeophagus setequeadas*, espécie ameaçada extinção, e autores destacaram a importância desses locais para a manutenção da diversidade genética da espécie. Os autores ainda enfatizaram que a construção de uma nova usina hidrelétrica poderá fragmentar a população desta espécie, bem como causar à perda de diversidade genética e declínio da população, sendo necessário

manter os afluentes do rio Iguaçu e área a jusante da UHE Baixo Iguaçu livre de barragens adicionais para garantir a sobrevivência desta espécie.

Os locais que ocorreram a maior abundância do surubim do Iguaçu faz fronteira com a Argentina e estudos realizados no rio Iguaçu no PARNA do Iguaçu registraram a ocorrência da espécie no Porto Três Marias, na passarela da Garganta do Diabo como na foz do riacho Ñandú (Casciotta et al., 2016). Segundo Barletta et al. (2015) a gestão das águas transfronteiriças é uma necessidade e a gestão da pesca enfrenta desafios para ser gerenciada. Na região do estudo envolve locais que fazem divisas com a Argentina, sendo assim, é de extrema importância o órgão ambiental de ambos países elaborar estratégias específicas para a conservação do surubim do Iguaçu e estarem em comum acordo para a fiscalização da pesca ilegal que ocorre nos poços dentro dos limites do PARNA do Iguaçu.

As elevadas capturas de *S. melanodermatum* ocorreram nos poços profundos durante os meses de temperaturas mais baixas (junho a setembro) correspondendo ao inverno e início da primavera. Semelhantemente estudos mostram que maiores capturas da espécie congênera *S. scriptum* foram registradas nos locais de poços do rio Uruguai durante os meses de inverno a jusante da UHE de Machadinho (Weingartner et al., 2012, Reynalte-Tataje et al., 2012; Beux & Zaninboni-Filho, 2012; Schork et al., 2012).

Os fatores abióticos como temperatura da água, precipitação e vazão estão relacionados com a distribuição dos peixes, especialmente nos movimentos de migração (Resende et al., 2003; Agostinho et al., 2003). A distribuição do surubim do Iguaçu está associada com baixas temperaturas da água, com elevados valores de turbidez e menores valores de pH. Geralmente os grandes bagres (Siluriformes) tem por preferências ambientes com águas turvas (elevada turbidez) (Britski, Silimon & Lopes, 2007), além disso, fatores abióticos, como a temperatura da água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH e vazão estão associados com o período reprodutivo das espécies de peixes tropicais da América do Sul (Lowe-McConnell, 1987; Silva et al., 2011) o que explica as elevadas abundâncias nos meses de junho a setembro correspondendo com o período reprodutivo de *S. melanodermatum*.

Habitats com áreas mais profundas atraem peixes de maior tamanho (Welcomme, 1985). Assim, o surubim do Iguaçu, única espécie de grande porte da bacia do Rio Iguaçu, pode ser dependente dos poços profundos como habitat de refúgio em períodos que o nível do rio é baixo ou em períodos de seca. No rio Paraguai, os poços existentes são utilizados como refúgio por várias espécies de peixes como os pimelodídeos de grande portes, principalmente

o jaú (*Zungaro zungaro* – citado como *Paulicea luetkeni*) quando o nível do rio abaixa (Wantzen et al., 2005).

Durante a elevação do nível da água é possível a movimentação livre dos peixes possibilitando os mesmo selecionar habitats, enquanto que em níveis baixos ocorre a limitação do acesso a áreas como poços ou o canal principal em grandes rio (Chapman, Kramer & Chapman). No rio Iguaçu ocorre oscilações do nível da água, especialmente a jusante da Usina de Salto Caxias, durante a semana no período da madrugada e nos finais de semanas durante o dia todo. Isso facilita aos pescadores a identificação dos poços para a captura do surubim do Iguaçu, como ocorre no poço profundo P1 localizados próximo da jusante da UHE de Salto Caxias. Neste caso, os poços profundos do rio Iguaçu passam a ser de um local de refúgio para uma armadilha, alvo da pesca ilegal de *S. melanodermatum*.

A sexta usina hidrelétrica em construção, a UHE Baixo Iguaçu, resultará na perda de habitats e restringir a área de ocorrência da espécie, o que poderá ainda ocasionar uma diminuição da diversidade genética. As espécies endêmicas são particularmente vulneráveis a mudanças ambientais aumentando os riscos de extinção (Myers et al., 2000). Assim, em virtude de *S. melanodermatum* sofrer intensa pressão de pesca predatória e ilegal, intensificada pela perda de habitat causada pela construção de reservatórios em cascata (Brehm, Filippin & Moura, 2016), a espécie está seriamente em vias de extinção. Brehm et al. (2016) enfatizaram que para populações de peixes migradores, como o surubim do Iguaçu que buscam os trechos lóticos, é evidente que os programas de mitigação e compensação ambiental dos empreendimentos não podem ficar restritos aos trechos lânticos, e o manejo dos trechos lóticos, além dos lânticos (do reservatório), é imprescindível à conservação do surubim do Iguaçu.

Em conclusão, a espécie *S. melanodermatum* ainda ocorre no Baixo rio Iguaçu e em tributários, desde a jusante da UHE de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu, especialmente em habitats com elevada profundidade (13 a 25 m), os poços profundos, com destaque para o Poço Preto localizado na Unidade de Conservação do PARNA do Iguaçu. Uma das principais estratégias para a conservação da espécie endêmica e ameaçada de extinção *S. melanodermatum* é a proteção do seu habitat, como a criação de áreas de conservação ou estabelecimentos áreas de Santuários a fim de garantir a sua preservação e gestão da biodiversidade no rio Iguaçu. Além disso, é necessário que órgãos ambientais intensifiquem a fiscalização da pesca ilegal nesses poços profundos tanto na área do Parque como fora. Estudos do comportamento migratório e da diversidade genética da espécie

também são necessários para ampliar o conhecimento e subsidiar nas estratégias de manejo e conservação desta espécie ameaçada de extinção.

5. AGRADECIMENTOS

Ao ICMBio/Parque Nacional do Iguaçu, pelo apoio logístico e pela oportunidade de desenvolvermos as pesquisas. Ao Consórcio Empreendedor Baixo Iguaçu e ao Macuco Safari pelo suporte financeiro à pesquisa. À equipe técnica do Grupo de Pesquisa em Tecnologia em Ecohidráulica e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos/GETECH, pelo auxílio na execução das amostragens. Ao Instituto Água Viva pela logística. Aos colaboradores de execução a campo Pércimo Noronha Chiaretto, Karane Alisson Silvestre de Moraes e Fabio Luiz Paetzhodt.

6. REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Pelicice, F. M. (2007). Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Ed. EDUEM.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Suzuki, H. I. & Júlio-Jr, H. F. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná River basin, Brazil. In: Carolsfeld, J., Harvey, J., Ross, C., & Baer, A. (eds.) *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*. Victoria, Canada: International Development Research Centre and The World Bank, pp. 19–98.
- Agostinho, A. A. & Gomes, L. C. (1997). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM.
- Argent D. G., Bishop J. A., Stauffer, Jr. J. R., Carline R. F., & Myers W. L. (2003). Predicting freshwater fish distributions using landscape - level variables. *Fisheries Research*, 60,17-32.
- Assumpção, L., Makrakis, S., Silva, P. S., & Makrakis, M. C. (2017). Espécies de Peixes Ameaçadas de Extinção no Parque Nacional do Iguaçu. *Biodiversidade Brasileira*, 7(1),4-17.
- Baird, I.G., Kisouvannalath, P., Inthaphaisy V., & B, Phylavanh. (1998). *The Potential for Ecological Classification as a Tool for Establishing and Monitoring Fish Conservation Zones in the Mekong River*. Project Report.
- Baird, I. G., & Flaherty, M. S. (2005). Mekong River fish conservation zones in southern Laos: assessing effectiveness using local ecological knowledge. *Environmental Management*, 36, 439-454.
- Baird, I. G. (2005a). Local ecological knowledge and small-scale freshwater fisheries management in the Mekong River in Southern Laos. In N. Haggan., B. Neis & I.G. Baird (Eds.), *Fishers' knowledge in fisheries science and management*. Blackwell Sciences and UNESCO, Oxford.
- Baird, I.G. (2005b). The last anecdote. In Haggan, N., B. Neis & I.G. Baird (Eds.), *Fishers' knowledge in fisheries science and management*. Blackwell Sciences and UNESCO, Oxford.
- Baird, I. G. (2006). Strength in diversity: fish sanctuaries and deep-water pools in Lao PDR. *Fisheries Management and Ecology*, 13, 1–8. doi:10.1111/j.1365-2400.2006.00460.x
- Barbarino-Duque, A. & Winemiller, K. O. (2003). Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela. *Journal of Fish Biology*, 63, 410–427. doi:10.1046/j.1095-8649.2003.00163.x
- Barletta, M., Cussac, V.E., Agostinho, A.A., Baigún, C., Okada, E.K., Carlos Catella, A., Fabré, N.N. (2015). Fisheries ecology in South American river basins. In: Craig, J.F. (Ed.), *Freshwater Fisheries Ecology* (pp. 311 -348). John Wiley & Sons, Ltd.
- Barletta, M., Jauregizar, A. J., Baigun, C., Fontoura, N. F., Agostinho, A. A., Almeida-Val, V. M. F., ... Corrêa, M. F. M. (2010). Fish and aquatica habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. *Journal of Fish Biology*, 76, 2118–2176.

- Baumgartner, G., Pavanelli, C.S., Baumgartner, D., Bifi, A.G., Debona, T. & Frana, V.A. (2012). *Peixes do Baixo Rio Iguaçu*. Eduem.
- Beux, L. F & Zaniboni-Filho, E. (2012). Produção pesqueira. In Nuñez, A. P. O, Zaniboni-Filho, E. organizers. *Reservatório de Machadinho: peixes, pesca e tecnologias de criação* (p.63-81). Florianópolis: Editora da UFSC.
- Brasília. (2014). Portaria Ministério do Meio Ambiente -MMA Nº 445, DE 17 de Dezembro de 2014.[http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_445_2014_lista_peixes_ameçadas de extinção.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_445_2014_lista_peixes_ameçadas_de_extinção.pdf).
- Brehm, M., Filippin, R. F., & De Moura, R. R. (2016). O impacto ambiental causado à ictiofauna do rio Iguaçu pela exploração do potencial hidrelétrico: o caso do surubim do Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). *Revista Brasileira de Energia*, 1(1), 30-47.
- Britski, H. A., K. Z. S. Silimon & B. S. Lopes. (2007). Peixes do Pantanal. Manual de identificação. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Bruton, M. N. (1996). Alternative life-history strategies of catfishes. *Aquatic Living Resources*, 9, 35–41. <http://doi.org/ckr2tw>
- Caneppele, D., P. Pompeu & J. Garavello. (2008). *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1876). In Machado, A. B. M., G. M. Drummond & A. P. Paglia (Eds.). *Livro vermelho da fauna Brasileira ameaçada de extinção* (pp. 236 238). Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Conservação da Biodiversidade. Brasília, DF.
- Casciotta J., Almirón, A., Ciotek, L., Giorgis, P., Říčan, O., Piálek, L., ... Puentes, A. (2016). Visibilizando lo invisible. Un relevamiento de la diversidad de peces del Parque Nacional Iguazú, Misiones, Argentina. *História Natural*, 6 (2), 5-77.
- Chapman, L., Kramer, D., & Chapman, C. (1991). Population Dynamics of the Fish *Poecilia gillii* (Poeciliidae) in Pools of an Intermittent Tropical Stream. *Journal of Animal Ecology*, 60(2), 441-453. doi:10.2307/5289
- Cetra, M.; Soares, L.M.S. & Pinheiro, R.F.M. (2010). Peixes de riachos e novas Unidades de Conservação no sul da Bahia. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(1), 11-21.
- Chan, S., Putrea, S., & Hortle, H.G. (2003). Using local knowledge to inventory deep pools, important fish habitats in Cambodia. Proceedings of the 6th Technical symposium on Mekong Fisheries, Lao PDR.
- Chan, S., Putrea, S. & Hortle, K.G. (2005). Using local knowledge to inventory deep pools, important fsh habitats in Cambodia. *MRC Conference Series*, 5, 57-76.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N. (2006). *PRIMER v6: User manual and tutorial*. Plymouth Marine Laboratory.
- De Silva, S. S., Abery, N. W., & Nguyen, T. T. T. (2007). Endemic freshwater finfish of Asia: distribution and conservation status. *Diversity and Distributions*, 13, 172-184.

- Dudgeon, D., A. H. Arthington, M. O., Gessner, Z.-I., Kawabata, D. J., Knowler, C., L   V  que, R. J., ... Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81, 163–182.
- Eletrosul. (1978). *O impacto ambiental da a  o do homem sobre a natureza - rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Reconhecimento da ictiofauna, modifica  es ambientais e usos múltiplos dos reservatórios*. Florianópolis.
- Freitas, H. R. A., Freitas, C. C., Rosin, S., & Oliveira, J. F. R. (2016). *Drainage networks and watersheds delineation derived from TIN-based digital elevation models*. *Computers & Geosciences*.
- Freitas, H. R. A., Rosim, S., Oliveira J. R. F. & Freitas, C. C. (2013). *Drainage Paths derived from TIN-based Digital Elevation Models*. XIV GEOINFO, Campos do Jord  o, Brazil.
- Garavello, J. C. (2005). Revision of genus *Steindachneridion* (Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology*, 3(4), 607-623.
- Halls, A.S. (2008). Deep Pool Mapping and Research. *Catch & Culture*, 14(2), 8-12.
- Halls, A.S., I. Conlan, W. Wisesjindawat, K. Phouthavongs, S. Viravong, S. Chan & V.A.Vu. (2013). *Atlas of deep pools in the Lower Mekong River and some of its tributaries*. MRC Technical Paper No. 31. Mekong River Commission, Phnom Penh, Cambodia. ISSN: 1683-1489.
- Harding, J., Clapcott, J., Quinn, J., Hayes, J., Joy, M., Storey, R., Boothroyd, I. (Eds.). (2009). *Stream habitat assessment protocols for wadeable rivers and streams of New Zealand*. Christchurch: University of Canterbury Press.
- ICMBio. (2014). *Instituto Chico Mendes de Conserva  o da Biodiversidade, Lista de espécies ameaçadas*. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html?limitstart=0> (accessed on 06 March 2018).
- Júlio-Júnior, H. F., Bonecker, C., Agostinho, A. A. (1997). Reservatório de Segredo e sua inser  o na bacia do rio Iguaçu. In Agostinho, A. A., Gomes, L. C. (eds), *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo* (pp. 1-17). Maringá: EDUEM.
- Ko, M. H., Moon, S. J., Hong, Y. K., Lee, G.Y., & Bang, I.C. (2013). Distribution status and habitat characteristics of the endangered species, *Lethenteron reissner* (Petromyzontiformes: Petromyzontidae) in Korea. *Korean Journal of Ichthyology*, 25, 189–199.
- Letcher, B. H., Nislow, K. H., Coombs, J.A. O'Donnell, M. J., & Dubreuil, T. L. (2007). Population response to habitat fragmentation in a stream-dwelling brook trout population. *PLOS ONE*, 2, e1139.
- Lowe-McConnell, R. H. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge: University Academic Press.
- Ludwig, L. A. M., Gomes, E., Artoni, R. F. (2005). Um método de reprodu  o induzida para o surubim *Steindachneridion melanoderdatum* (Siluriformes: Pimelodidae) do Rio Iguaçu. *UEPG, Ciências Biológicas e da Saúde*, 11(3/4) 23-27.

- Lundberg, J. G. & M. W. Littmann. (2003). Pimelodidae (Long-whiskered catfishes). In R.E. Reis; S.O. Kullander & C.J. Ferraris Jr (Eds). Checklist of the freshwater fishes of South and Central América (pp. 432-446). Porto Alegre, Edipucrs.
- Lundberg, J. G., Sullivan, J. P., & Hardman, M. (2011). Phylogenetics of the South American catfish family Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) using nuclear and mitochondrial gene sequences. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 161, 153-189.
- Maack, R. (1981). *Geografia física do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio.
- Makwinja, R., Chapotera, M., Likongwe, P., Banda, J. and Chijere, A. (2014). Location and Roles of Deep Pools in Likangala River during 2012 Recession Period of Lake Chilwa Basin. *International Journal of Ecology*, 2014, 1-2.. doi:10.1155/2014/294683
- Mitamura, H., Arai, M., Yamagishi, Y., Kawabara, Y., Mitsunaga, Y., Khachaphichat, M., Viputhanumas, T. (2009). Habitat use and movement of hatchery-reared F2 Mekong giant catfish in the Mae Peum reservoir, Thailand, studied by acoustic telemetry. *Fisheries Science*, 75, 175–182.
- Muchlisin, Z. A. (2013). Distributions of the endemic and threatened freshwater fish depik, *Rasbora tawarensis* Weber & de Beaufort, 1916 in Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia – Songklanakarin. *Journal of Science Education and Technology*, 35, 483-488.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Nel, J. L., Roux, D. J., Abell, R., Ashton, P., Cowling, R. M., Higgins, J. V., ... Viers, J. H. (2009). Progress and challenges in freshwater conservation planning. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 19, 474-485.
- Oliveira C. A., Kliemann, H. J., Correchel, V. & Santos, F. C. V. (2010). Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico-química do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(12), 1281-1287. <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010001200005>
- Poulsen, A. F., & Valbo-Jørgensen, J. (2001). Deep pools in the Mekong River. *Catch and Culture*, 7(1), 1, 8-9.
- Poulsen, A. F., Poeu, O., Viravong, S., & Suntornratana, U. (2002). Deep pools as dry season fish habitats in the Mekong River Basin. *MRC Technical Paper*, 4, 24.
- Reis, R. E., Kullander, S. O., Ferraris, C. J. (2003). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs.
- Reis, R. E., Albert, J. S., Di Dario, F., Mincarone, M. M., Petry, P. & Rocha, L. A. (2016). Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, 89, 12–47. doi:10.1111/jfb.13016
- Resende E. K. 2003. Migratory fishes of the Paraguay-Paraná basin excluding the upper Paraná basin, p.99-155 In: Carolsfeld J., Harvey B., Ross C. & Baer A. (Eds), *Migratory Fishes of South America: Biology, fisheries and conservation status*. World Fisheries Trust, Victoria, World Bank, IDRC.

- Resk, R. P., Bezerra-Neto, J. F., & Coelho, R. M. P. (2007). Nova batimetria e avaliação de parâmetros morfométricos da Lagoa da Pampulha (Belo Horizonte, Brasil). *Revista Geografias*, (5), 24-37.
- Reynalte-Tataje, D. A., Nuñez, A. P. O., Nunes, M. C., Garcia, V., Lopes, C. A., & Zaniboni-Filho, E. (2012). Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(4), 829-835. <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252012000400016>
- Rosa, R. S., & Lima, F. C. T. (2008). Os peixes brasileiros ameaçados de extinção. In Machado, A. B. M., Drummond, G. M., Paglia, A. P. (Eds). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília: (pp. 9-285). MMA.
- Sajan, S., Mercy, T. V. A., & Malika, V. (2015). Age, growth and population dynamics of an endangered fish *Sahyadria denisonii* (Day 1865) from the Western Ghats hotspot of India. *Asian Fisheries Science Journal*, 28, 130-142.
- Santos, G. M., Merona, B., Juras, A. A., & Jegu, M. (2004). *Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí*. Brasília: Eletronorte.
- Sarkar, U. K., Pathak, A. K., Tyagi, L. K., Srivastava, S. M., Singh, S. P. & Dubey, V. K. (2013). Biodiversity of freshwater fish of a protected river in India: comparison with unprotected habitat. *Revista de Biología Tropical*, 61 (1).
- Saunders, D. L., Meeuwig, J. J. & Vincent, A. C. J. (2002). Freshwater Protected Areas: Strategies for Conservation. *Conservation Biology*, 16, 30-41.
- Schork, G., Hermes-Silva, S., Beux, L. F., Zaniboni-Filho, E., Nuñez, A. P. O. (2012). Diagnóstico da pesca artesanal na usina hidrelétrica de Machadinho, alto rio Uruguai – Brasil. *Boletim do Instituto da Pesca*, 38(2), 97–108.
- Silva, E. B., Picapedra, P. H. S., Sanches, P. V., Rezende, R. E. O., Gavião, A. M., Mendonça, M. M., Gonçalves, D. V., & Conte, R. B. (2011). Larvae occurrences of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Siluriformes: Heptapteridae) in an area under dam influence in the upper Paraná River region. *Neotropical Ichthyology*, 9, 419-426.
- Souza-Shibatta, L., Kotelok-Diniz, T., Ferreira, D. G., Shibatta, O. A., Sofia, S. H., de Assumpção, L., ... Makrakis, M. C. (2018). Genetic Diversity of the Endangered Neotropical Cichlid Fish (*Gymnogeophagus setequedas*) in Brazil. *Frontiers in Genetics*, 9, 13. <http://doi.org/10.3389/fgene.2018.00013>
- Stefferd, J. A., Gido, K. B. & Propst, D. L. (2011). Spatially variable response of native fish assemblages to discharge, predators and habitat characteristics in an arid-land river. *Freshwater Biology*, 56, 1403–1416. doi:10.1111/j.1365-2427.2011.02577.x
- Sweke, E. A., Assam, J. M., Chande, A. I., Mbonde, A. S., Mosha M., & Mtui, A. (2016). Comparing the Performance of Protected and Unprotected Areas in Conserving Freshwater Fish Abundance and Biodiversity in Lake Tanganyika, Tanzania. *International Journal of Ecology*, ID 7139689, 1-7. doi:10.1155/2016/7139689.
- Tripe, J.A. & Guy, C.S. (1999). Spatial and temporal variation in habitat and fish community characteristics in a Kansas Flint Hills stream. *Ecology of Freshwater Fish*, 8, 216-226.

- Zaniboni-Filho, E., U. H. Schulz. (2003). Migratory fishes of the Uruguay river. In J. Carosfeld., B. Harvey., C. Ross., & A. Baer. *Migratory fishes of the South América: Biology, Fisheries and Conservation Status* (pp 161 – 192). World Fisheries Trust, Victoria.
- Wantzen, K. M., Drago, E. & Da Silva, C. J. (2005). Aquatic habitats of the Upper Paraguay river-floodplain-system and parts of the Pantanal (Brazil). *Ecohydrology & Hydrobiology* 5(2), 107-126.
- Weingartner, M., Fracalossi, D.M., Nuñez, A.P.O., & Zanibonifilho, E. (2012). Conservação Genética. In Nuñez, A.P.O; Zaniboni-Filho, E. (Org.) Reservatório de Machadinho: peixes, pesca e tecnologias de criação. Florianópolis. Editora da UFSC. p. 241-255. 256p.
- Welcomme, R.L. (1985). *River fisheries*. FAO Fish. Technical Paper (262)

Capítulo 2. Estrutura da população e reprodução de um grande bagre, *Steindachneridion melanodermatum* (Siluriformes: Pimelodidae), espécie endêmica de uma ecorregião Neotropical

RESUMO

O objetivo do estudo foi caracterizar a estrutura da população e a biologia reprodutiva de *Steindachneridion melanodermatum*. Os peixes foram amostrados no período de setembro de 2010 a dezembro de 2016 no Baixo Rio Iguaçu, incluindo alguns tributários. Foram amostrados no total 181 espécimes de *S. melanodermatum* com o comprimento total variando de 21 a 102cm e o peso de 82,8 a 15.670,0g. A caracterização do ciclo reprodutivo e determinação do período de reprodutivo através da variação média do Índice Gônado-Somático (IGS) de fêmeas e machos, bem como, a distribuição das frequências dos estádios de desenvolvimento gonadal (baseados na análise microscópica) determinaram que a espécie apresenta período reprodutivo de junho até setembro, com picos reprodutivos em setembro para fêmeas e agosto para machos. A desova é do tipo total. O tamanho de primeira maturação (L_{50}) correspondeu a 39,5 cm para fêmeas e 43,9 cm para machos. A desova da espécie está associada a temperaturas da água mais frias, elevada vazão e altos níveis de oxigênio dissolvido. As informações aqui obtidas são fundamentais para auxiliar a elaboração de medidas e critérios específicos eficazes de conservação para esta espécie ameaçada de extinção.

Palavra-chaves: surubim do Iguaçu, período reprodutivo, rio Iguaçu, biologia reprodutiva

ABSTRACT

The aim of the study was to characterize the population structure and reproductive biology *Steindachneridion melanodermatum*. The fish were sampled from September 2010 to December 2016 in the Lower Iguaçu River, including some tributaries. A total of 181 specimens of *S. melanodermatum* were sampled, with total length ranging from 21 to 102cm and weight from 82.8 to 15,670.0g. Characterization of the reproductive cycle and determination of the reproductive period through the mean variation of the Gonad-Somatic Index (IGS) of females and males, as well as the distribution of the frequencies of the stages of gonadal development (based on the microscopic analysis) determined that the species has reproductive period from June to September (Winter to early Spring), with reproductive peaks in September for females and August for males. The spawning is total. The first maturation size (L_{50}) corresponded to 39.5 cm for females and 43.9 cm for males. Spawning of the species is associated with colder water temperatures, high discharges and high levels of dissolved oxygen. The information obtained here is crucial to assist the development of effective measures and specific criteria for conservation of this endangered species.

Keywords: surubim of Iguaçu, spawning period, Iguaçu river, reproductive biology

1. INTRODUÇÃO

O estudo da reprodução em peixes fornece valiosas informações que permitem a manutenção das espécies no ambiente (Cantanhêde et al. 2016) e, associado ao entendimento da estrutura da população, pode subsidiar a implementação de planos de manejo e conservação das espécies (Wikelski e Cooke, 2006; Rizzo e Bazzoli, 2014; Pompei et al. 2017). Este tipo de abordagem faz-se necessária, especialmente, para espécies endêmicas (Myers et al. 2000) e àquelas ameaçadas de extinção (Olden et al. 2006).

As espécies endêmicas têm os riscos de extinção aumentados por serem, particularmente, vulneráveis a mudanças ambientais. Em decorrência da ação antrópica, esta situação é evidenciada em muitos rios ao redor do mundo, como no rio Iguaçu na América do Sul, em especial pelas sucessivas barragens de hidrelétricas ao longo de seu curso. O rio Iguaçu, um dos maiores tributários do rio Paraná, é considerado uma ecorregião (Abell et al. 2008) localizada ao sul do Brasil e Norte da Argentina, uma área de elevado endemismo de peixes (Garavello et al. 1997; Zawadzki et al. 1999) isolada do rio Paraná pela grandiosa Cataratas do Iguaçu (Brehm et al. 2016). A comunidade ictiica da bacia do rio Iguaçu mostrou-se reduzida em 5,3%, no período de treze anos, conforme os registros de Zawadzki et al. (1999) e de Baumgartner et al. (2012).

A ictiofauna da bacia do rio Iguaçu é caracterizada, predominantemente, por espécies de pequeno porte (Baumgartner et al. 2006), entretanto, destaca-se o bagre *Steindachneridion melanodermatum* Garavello, 2005, única espécie de grande porte desta bacia pertencente à família Pimelodidae. O gênero *Steindachneridion* é representado por 06 espécies endêmicas restritas aos rios das bacias da América do Sul, nas regiões sul e sudeste do Brasil (Lundberg e Littman, 2003; Garavello, 2005): *S. scriptum* dos rios Paraná e Uruguai; *S. punctatum* do Alto rio Paraná e bacia do Uruguai; *S. doceanum* do rio Doce; *S. amblyurum* do rio Jequitinhonha; *S. parahybae* do Rio Paraíba do Sul, e *S. melanodermatum* do Rio Iguaçu. A característica comum dessas espécies é o endemismo regional e o seu estado conservação categorizado em ameaçada de extinção (Rosa e Lima, 2008).

A espécie *S. melanodermatum* é conhecida como surubim do Iguaçu ou monjolo, possivelmente migradora (Agostinho e Gomes, 1997; Ludwig et al. 2005; Brehm et al. 2016) e habitante de águas rápidas, fundos rochosos e locais profundos em trechos do rio em que o fluxo natural da água ainda está preservado (Garavello, 2005). Atualmente, a população selvagem da espécie encontra-se restrita ao Baixo Rio Iguaçu, da jusante da barragem da hidrelétrica de Salto Caxias a montante das Cataratas do Iguaçu, um trecho de

aproximadamente de 190 km (Assumpção et al. 2017), o último refúgio desta espécie endêmica e ameaçada. Alterações e perda de habitat, bem como a pesca ilegal e predatória são riscos de perigo iminente à espécie.

Informações disponíveis referentes ao gênero *Steindachneridion* são escassas devido ao reduzido número de espécies, além da dificuldade de amostragens em campo e do número limitado de exemplares capturados, necessários para a realização de estudos biológicos (Garavello et al. 1997; Garavello, 2005). Estudos realizados sobre *S. melanodermatum* contemplam a citogenética e variabilidade genética (Swarça et al. 2006; Swarça et al. 2008, 2009; Matoso 2011a, b), densidade de estocagem e nutrição (Feiden et al. 2005; 2006; Bittencourt et al. 2012, 2013), reprodução induzida (Ludwig et al. 2005) e processamento da carne (Feiden et al. 2013; Lewandowski et al. 2013), a maioria com espécimes de cativeiro.

A inexistência de conhecimento sobre os aspectos biológicos de população selvagem de *S. melanodermatum* tem dificultado o planejamento e a implementação de estratégias específicas de conservação e gestão. Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar a estrutura populacional e a biologia reprodutiva de *S. melanodermatum*, incluindo dados de comprimento, proporção sexual, tipo de crescimento, período reprodutivo, maturidade sexual e relação de fatores ambientais com a reprodução. A compreensão da biologia e reprodução de *S. melanodermatum* são questões importantes e essenciais para entendimento do seu ciclo de vida, as quais possibilitarão subsidiar o estabelecimento de medidas e critérios de conservação para a espécie.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo, amostragem e obtenção dos dados

A área do estudo compreendeu um trecho de aproximadamente 190 km do rio Iguaçu, da jusante da barragem de Salto Caxias até as Cataratas do Iguaçu (25°32'52.61"S 53°31'29.96"O e 25°35'51.85"S 54°23'29.89"O) (Fig. 1).

Os pontos P1, P2 e P3 encontram-se fora dos limites da área de preservação da Unidade de Conservação do Parque Nacional do Iguaçu (PARNA do Iguaçu). Já os pontos P4 e P5 estão localizados no PARNA do Iguaçu. Os pontos amostrais P1, P4 e P5 estão localizados na calha principal do rio Iguaçu, enquanto os pontos P2 e P3 situam-se nos tributários Capanema e Santo Antônio, respectivamente. A Usina Hidrelétrica Baixo Iguaçu, a cerca de 0,695 km do limite superior do PARNA do Iguaçu, está em construção.

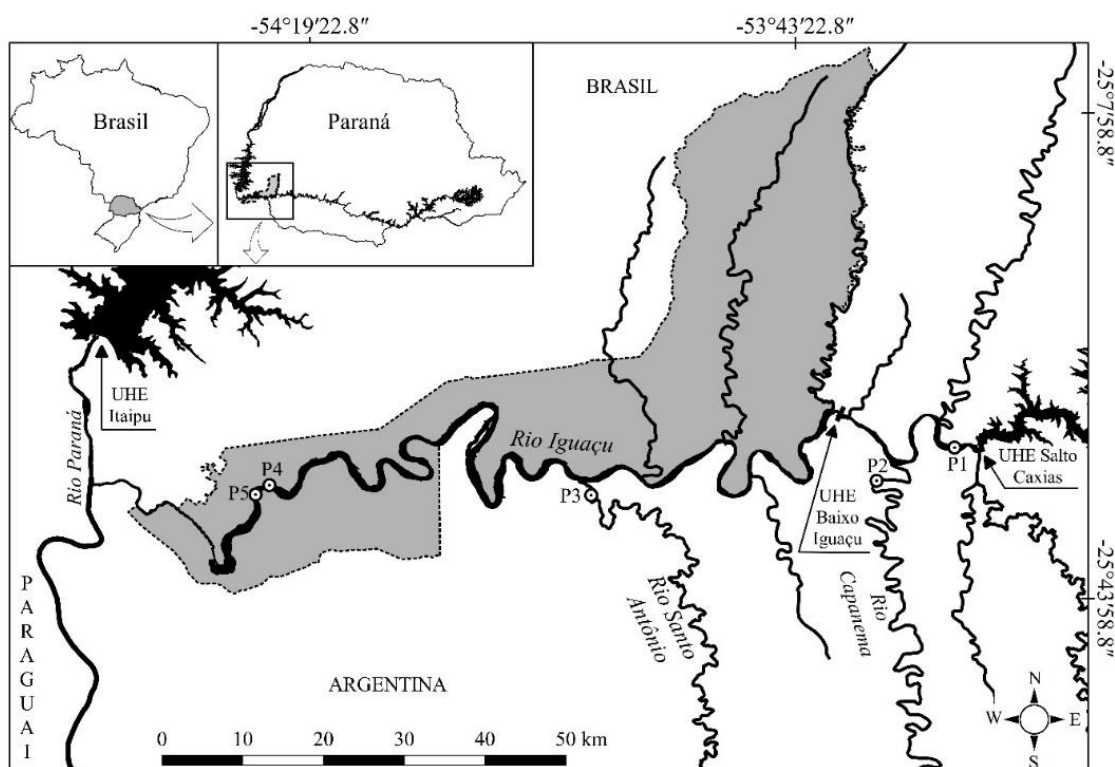


Fig. 1. Locais de amostragens de *Steindachneridion melanoderdatum* no Baixo rio Iguaçu, entre o trecho a jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias até a montante das Cataratas do Iguaçu, estado do Paraná, Brasil. Os pontos amostrais P1, P4 e P5 localizados no rio Iguaçu. Os pontos amostrais P2 e P3 localizados nos tributários Capanema e Santo Antônio, respectivamente. Área em cinza corresponde ao Parque Nacional do Iguaçu.

Por se tratar de uma espécie endêmica e ameaçada de extinção, a obtenção dos espécimes de *S. melanoderdatum* ocorreu em períodos distintos nos diferentes trechos analisados, evitando assim a retirada de um grande número de exemplares do ambiente em um mesmo período. As amostragens no rio Iguaçu, a montante das Cataratas do Iguaçu (P4 e P5), foram realizadas no período de setembro de 2012 a setembro de 2014. As coletas realizadas a jusante da barragem de Salto Caxias (P1) e nos tributários Capanema (P2) e Santo Antônio (P3) ocorreram de janeiro de 2010 a janeiro de 2011 e de setembro de 2013 a dezembro de 2016.

Os espécimes foram capturados com o uso de redes de espera (malhas de 2,5 a 18 cm entre nós opostos), redes do tipo feiteiras (malhas de 6, 7 e 8 cm entre nós opostos) e espinheis (composto de 20 anzóis de tamanho 9/0) com iscas de pedaços de peixes e coração bovino. As redes de espera e espinhéis foram expostas na margem direita do rio Iguaçu e instalados as 15:00 hs e revistados a intervalos de 6:00 hs, ou seja, as 21:00 hs, as 03:00 e as

09:00 hs do dia seguinte. O esforço de pesca foi padronizado em todos os locais de amostragem e ao longo do período de estudo mantendo o tempo e a quantidade de apetrechos de pesca em cada ponto constante.

Vários exemplares capturados, que permaneceram vivos, foram soltos nos locais de captura após serem medidos e pesados. Os espécimes destinados ao laboratório foram identificados e tiveram os dados morfométricos registrados: comprimento total (CT) em centímetros e o peso total (PT) em gramas. Posteriormente, após secção ventral, o sexo e o desenvolvimento gonadal foram determinados macroscopicamente, de acordo com Vazzoler (1996) e Brown-Peterson et al. (2011). As gônadas foram retiradas e pesadas e algumas destinadas ao processamento histológico.

Juntamente com a coleta de material biológico foram tomados os dados abióticos de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), concentração de oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) e turbidez (NTU). Ainda, os registros de precipitação e vazão diários foram fornecidos pelo Instituto Tecnológico do Paraná – SIMEPAR.

Espécimes testemunho foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina – MZUEL (17094, 15702, 15703, 15704, 17504 e 17531). Os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) conforme protocolo nº 05211. As licenças para realização das coletas foram concedidas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio e autorizada pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO (nº 25648-3 e 25648-4), pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP (nº 37788 e 43394) e pelo ICMBio (nº 003/2014 e Ofício SEI nº 63/2016-DIBIO/ICMBio).

2.2 Análise dos dados

A estrutura da população de *S. melanodermatum* foi caracterizada quanto ao comprimento, proporção sexual e o tipo de crescimento de fêmeas e machos.

A estrutura em comprimento foi realizada pela distribuição da frequência de indivíduos nas classes de comprimento total. As classes de comprimento foram determinadas pelo Postulado de Sturges (Vieira, 2003), em oito classes de comprimento com intervalos de 10,1 cm. Para avaliar se o comprimento e o peso dos indivíduos diferem entre os sexos foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA unifatorial). A proporção sexual por classe de comprimento e mensal foram determinadas pela frequência absoluta de machos e fêmeas através do teste do Qui-Quadrado (χ^2) (significativo $> 3,84$) que permite evidenciar diferenças

significativas entre os sexos (Vazzoler, 1996). Para caracterizar a estrutura em comprimento e peso da população foi utilizado o total de espécimes coletados, considerando os animais que foram devolvidos ao ambiente após a coleta. O tipo de crescimento de fêmeas e machos foi determinado pela relação peso-comprimento, através da equação: $PT = a \cdot CT^b$, onde PT é o peso total (g), CT é o comprimento total (cm), a é o coeficiente linear e b o coeficiente angular do modelo potencial (Le Cren, 1951; Braga et al. 2007).

Diferentes análises reprodutivas foram utilizadas para caracterizar o ciclo reprodutivo. A análise microscópica das gônadas foi realizada para possibilitar um melhor entendimento da dinâmica do desenvolvimento das células germinativas, permitindo assim, caracterizar tipo de desova e o desenvolvimento gonadal e ainda, confirmar e/ou corrigir a determinação macroscópica dos estádios de maturidade dos ovários e testículos. Alguns ovários e testículos (65 no total) foram fixados, por 24 horas, em formalina 10% neutralizada com carbonato de cálcio, sendo posteriormente processados pela técnica histológica de rotina. O material foi incluído em parafina, cortados na espessura de $7\mu\text{m}$ e corados com Hematoxilina-Eosina (HE) (Tolosa et al. 2003). A escala de maturidade ovariana e testicular foi elaborada baseada nas descrições de Lowerre-Barbieri et al. (2011) e Brown-Peterson et al. (2011).

Para a caracterização do ciclo reprodutivo e determinação do período de reprodução utilizou-se a curva de maturação de fêmeas e machos e a distribuição das frequências dos estádios de desenvolvimento gonadais (baseados na análise microscópica). Os espécimes que foram capturados vivos (68 indivíduos) e soltos nos locais de captura não foram incluídos nas análises que determinaram o período reprodutivo. Para confeccionar a curva de maturação foram utilizados os valores médios mensais do Índice Gônado-Somático (IGS), inicialmente calculado individualmente e expresso pela fórmula: $IGS = (PG/PT) \cdot 100$, onde PG é o peso da gônada e PT é o peso total dos exemplares. Para os meses de abril, setembro, outubro e dezembro foram estimados o IGS utilizando a média do IGS do mês anterior e posterior. Para verificar diferenças significativas nos valores médios de IGS em relação aos meses foi aplicada a análise de variância (ANOVA unifatorial).

O comprimento de primeira maturação (L_{50}) foi determinado pela curva que relaciona a frequência relativa de indivíduos adultos com o ponto médio das classes de comprimento através da expressão: $Fr = 1 - e^{-aL^b}$ sendo, Fr a frequência relativa de indivíduos adultos, e a base do logaritmo neperiano, a coeficiente linear, b coeficiente angular, estimados pelo método dos mínimos quadrados, transformando-se as variáveis envolvidas, conforme os procedimentos descritos em Fávaro et al. (2003) e Oliveira e Fávaro

(2011). Foram considerados como jovens os indivíduos que apresentaram gônadas imaturas e adultos todos os indivíduos nos demais estádios de desenvolvimento gonadal.

Para verificar a existência de relações entre as variáveis abióticas e o período reprodutivo (valores médios de IGS – fêmeas e machos) de *S. melanoderdatum* foi utilizada a correlação de Pearson, separadamente para fêmeas e machos. Para isso foi aplicado a Análise de Componentes Principais (PCA) para ordenar os meses em função das variáveis abióticas, transformadas em log10x (exceto o pH) (Peters, 1986). A interpretação e retenção dos eixos gerados pela PCA foi de acordo com o critério de Kaiser-Guttman (Jackson, 1993). Para correlacionar os valores mensais de IGS médio através da correlação de Pearson foram selecionadas as variáveis abióticas que apresentaram autovetores maiores que 0,30 e os escores dos eixos com maior explicabilidade.

Neste estudo a sazonalidade foi determinada de acordo com a data de realização das coletas, sendo considerada: Outono – de março a maio, Inverno – de junho a agosto, Primavera – de setembro a novembro e Verão – de dezembro a fevereiro.

3. RESULTADOS

3.1 Estrutura da População

Um total de 181 espécimes de *S. melanoderdatum* foram analisados, destes 51 fêmeas, 64 machos e 68 indivíduos que se mantiveram vivos após a captura, os quais foram medidos e pesados e, posteriormente, soltos nos locais de captura.

Para a análise com os sexos agrupados, o comprimento total variou de 21 a 102cm e o peso de 82,8 a 15.670,0g. A análise para sexos separados evidenciou que as fêmeas apresentaram maiores valores de comprimento e peso total em relação aos machos (Tabela 1), no entanto, a ANOVA aplicada mostrou que não houve diferença significativa no comprimento e peso em relação ao sexo.

A análise de fêmeas e machos por classe de comprimento evidenciou a maior frequência de ocorrência de ambos os sexos nas classes de comprimento intermediários. O predomínio de machos sobre as fêmeas foi observado, praticamente, em todas as classes, exceto na classe de ponto médio 77cm, entretanto, não houve diferença significativa entre os sexos ($\chi^2 < 3,84$). A menor e a maior classe de comprimento mostraram-se constituídas somente por fêmeas (Fig. 2).

Tabela 1 Estrutura em comprimento e peso da população de *Steindachneridion melanoderdatum* capturados no Baixo rio Iguaçu. Valores máximos, mínimos, média e desvio padrão (DP) do comprimento total (CT) e peso total (PT) para cada categoria analisada (sexos agrupados, fêmeas e machos). Para a análise dos sexos agrupados considerou-se os animais que foram soltos no ambiente após a coleta.

	Sexos agrupados (n=181)		Fêmeas (n=51)		Machos (n=64)	
Parâmetros	CT (cm)	PT (g)	CT (cm)	PT (g)	CT (cm)	PT (g)
Máximo	102,0	15670,0	99,0	15670,0	91,5	9000,0
Mínimo	21,0	82,8	21,5	104,52	37,0	403,9
Média	62,7	2909,1	66,0	3275,5	62,7	2821,9
DP	15,3	2398,2	14,9	2588,5	13,3	1942,4

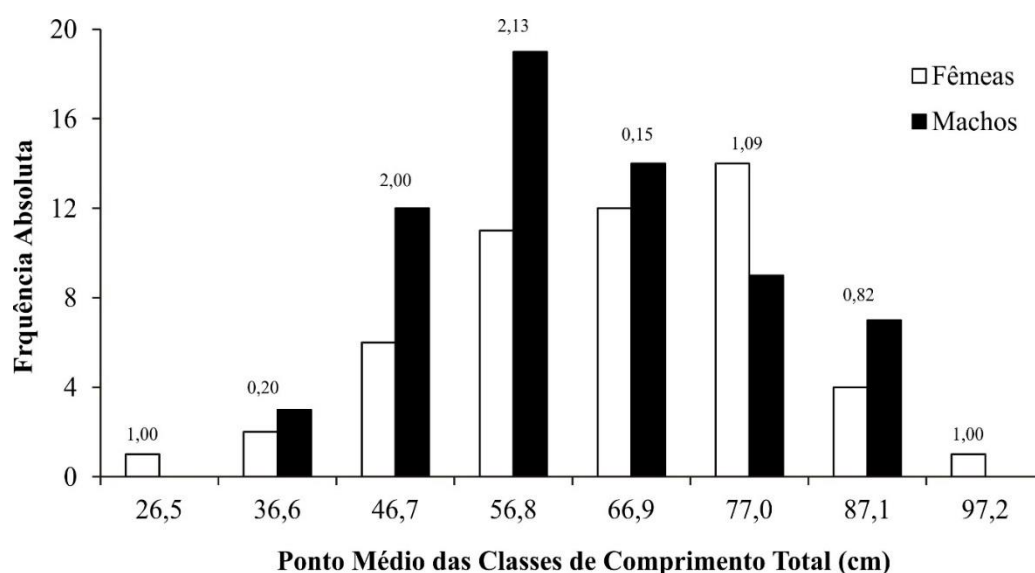


Fig. 2. Distribuição da frequência absoluta de ocorrência por classe de comprimento de fêmeas e machos de *Steindachneridion melanoderdatum* capturados no Baixo rio Iguaçu. O número sobre as barras indica o valor do χ^2 para cada classe de comprimento (significativo $\chi^2 > 3,84$).

A análise da proporção sexual mensal não evidenciou diferença significativa entre os sexos, exceto no mês de abril quando as fêmeas predominaram significativamente em relação aos machos. Ainda, através da análise gráfica observa-se que as maiores ocorrências de ambos os sexos foram nos meses de junho, julho e agosto (Fig. 3).

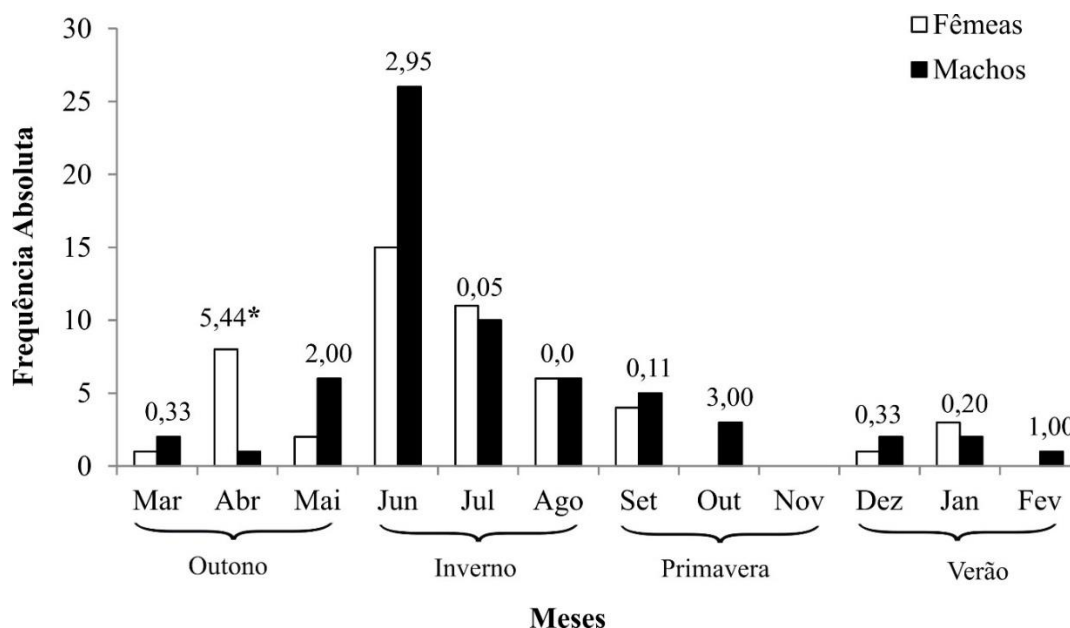


Fig. 3. Distribuição da frequência absoluta de ocorrência mensal de fêmeas e machos de *Steindachneridion melanodermatum* no Baixo rio Iguaçu. O número sobre as barras indica o valor do χ^2 para cada mês. * = diferença significativa ao nível de 5% ($\chi^2 > 3,84$).

A determinação do tipo de crescimento, realizada pela relação peso-comprimento, evidenciou para fêmeas e machos o crescimento do tipo alométrico positivo ($b > 3$), que indica maior aumento de peso em relação ao comprimento (Fig. 4).

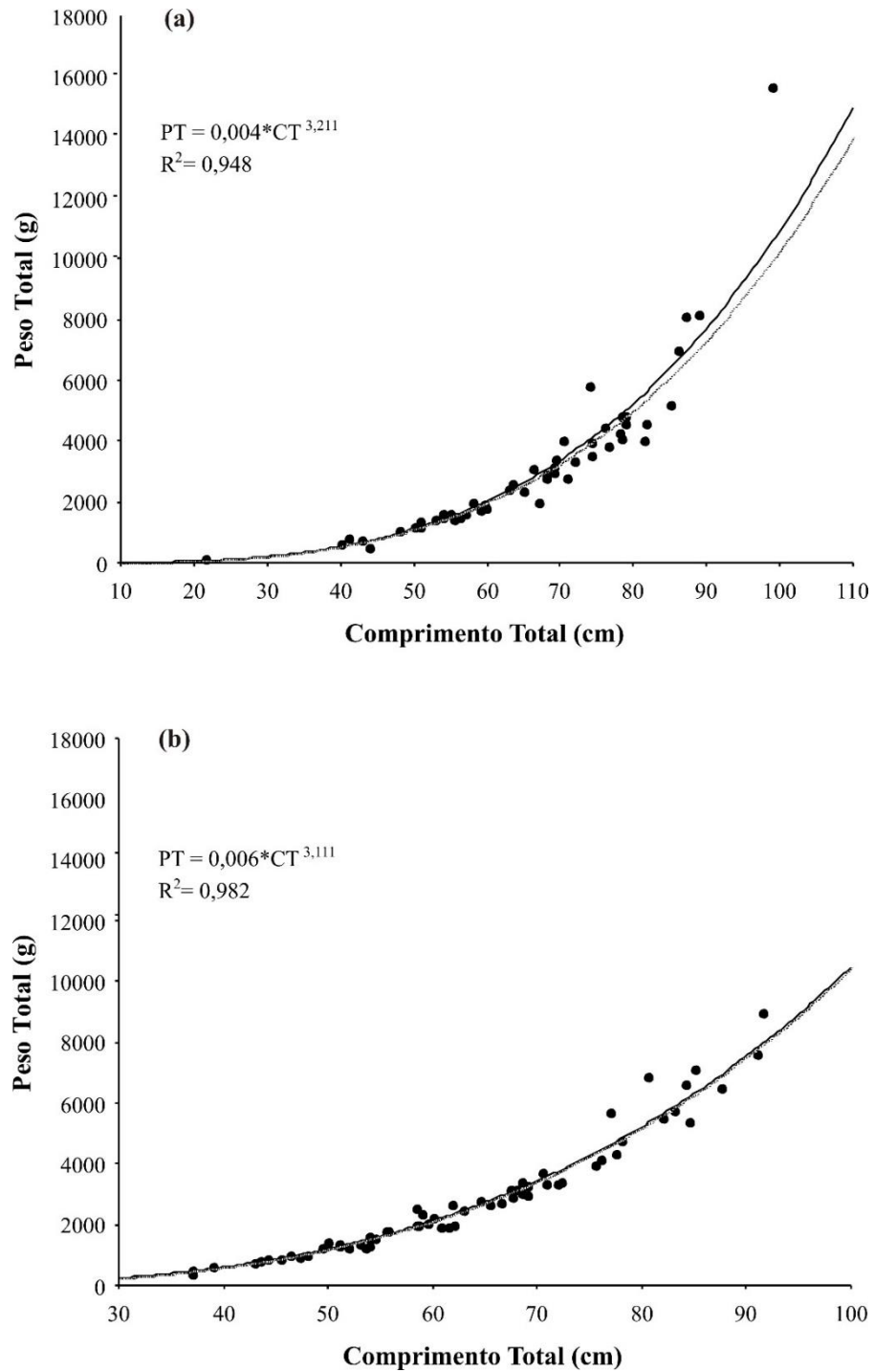


Fig. 4. Relação peso-comprimento para fêmeas (a) e machos (b) de *Steindachneridion melanoderdatum* capturados no Baixo rio Iguaçu. Linha tracejada indica curva ajustada com os valores dos coeficientes da regressão.

3.2 Reprodução

As análises microscópicas, por meio da histologia dos ovários e testículos, permitiram estabelecer a escala de maturidade microscópica para ambos os sexos de *S. melanoderdatum*. Foram caracterizados quatro estádios de desenvolvimento gonadal para as fêmeas (Tabela 2 e Fig. 5) e machos (Tabela 3 e Fig. 6) e a desova foi caracterizada como do tipo total.

Tabela 2 Escala microscópica de maturidade ovariana de *Steindachneridion melanoderdatum*. Adaptado de Vazzoler (1996), Brown-Peterson et al. (2011) e Lowerre-Barbieri et al. (2011).

Desenvolvimento gonadal	Características microscópicas
Imaturo (A)	Presença de ovogônias e ovócitos em crescimento primário (CP) bem organizados nas lamelas ovígeras com pouco espaço entre os ovócitos. Essa fase não apresenta folículos em vitelogênese. Características evidentes somente em fêmeas jovens (Fig. 5a).
Desenvolvimento (B)	Presença de ovogônias, ovócitos em crescimento primário (CP), alvéolos corticais (AC), ovócitos vitelogênicos 1 e 2 (Vtg1, Vtg2) com grânulos de vitelo e aparecimento de ovócitos vitelogênicos 3 (Vtg3) em pequena quantidade (Fig. 5b).
Apto a desovar (C)	Predomínio de ovócitos em fases vitelogênicos 3 (Vtg3), migração da vesícula germinativa (MVG) e rompimento da vesícula germinativa (RVG), além de ovócitos em crescimento primário em menores quantidades (Fig. 5c).
Desovado (D)	Presença de ovogônias e ovócitos em crescimento primário presentes de forma desorganizada nas lamelas ovígeras, associados aos folículos pós-ovulatórios (FPOs), evidenciando o fim do período reprodutivo (Fig. 5d).

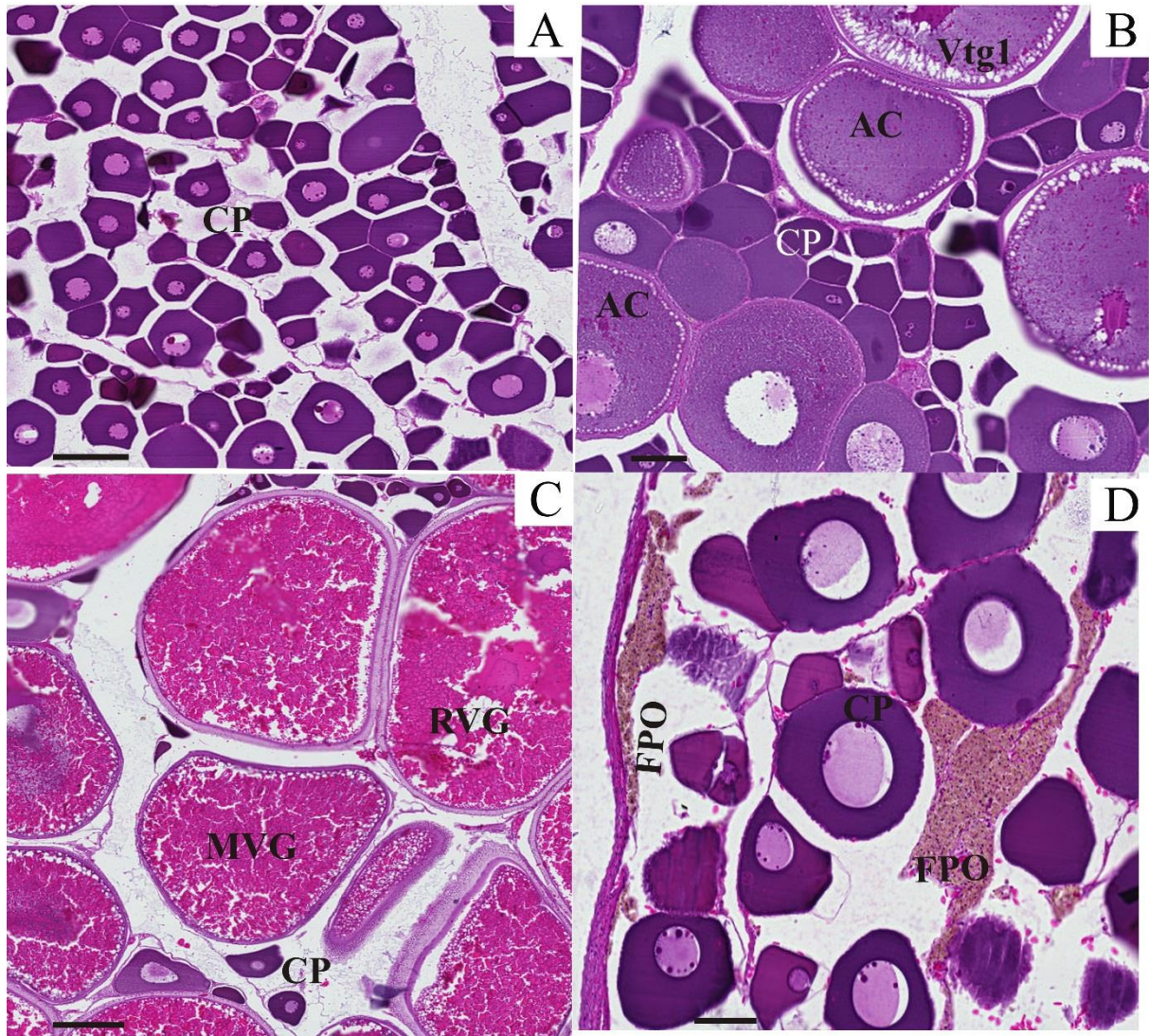


Fig. 5. Estágios do desenvolvimento do ovário de *Steindachneridion melanodermatum*. A) Imaturo – predomínio de ovócitos em fase de crescimento primário (CP). B) Desenvolvimento - ovócitos nas fases: crescimento primário (CP), alvéolo cortical (AC) e vitelogênese primária (Vtg1). C) Apto a desovar – predomínio de ovócitos desenvolvidos, nas fases: migração da vesícula germinativa (MVG) e rompimento da vesícula germinativa (RVG); D) Desovado – ovócitos em crescimento primário (CP) e folículos pós-ovulatórios (FPO). Coloração Hematoxilina –Eosina (HE). Escala 100μm.

Tabela 3 Escala microscópica de maturidade testicular de *Steindachneridion melanodermatum*. Adaptado de Vazzoler (1996), Brown-Peterson et al. (2011) e Lowerre-Barbieri et al. (2011).

Desenvolvimento gonadal	Características microscópicas
Imaturo (A)	Presença e predomínio de espermatogônias (ESG) uniformemente distribuídas em todo o testículo, sem evidência do desenvolvimento do lúmen dentro dos lóbulos. As células são grandes. Característica evidente somente em machos jovens (Fig. 6a).
Desenvolvimento (B)	Formação do lúmen do túbulo seminífero o qual encontra-se preenchido por diferentes tipos celulares da linhagem germinativa masculina. Presença de espermatogônias (ESG). Espermatócitos primários e secundários presentes (EP1, EP2). Espermátides (EST) e espermatozoides (EZ) presentes (Fig. 6b).
Apto a espermiar (C)	Os túbulos seminíferos encontram-se repletos de espermatozoides (EZ). As Espermatogônias (ESG), espermatócitos (EP) e espermátides (EST) mostram-se presentes nas bordas dos túbulos, entretanto, em menor quantidade (Fig. 6c).
Espermiado (E)	Neste estágio observam-se muitos espaços vazios no interior dos túbulos seminíferos, os quais se encontram com pequena quantidade de espermatozoides (EZ) residuais. Não há espermatócitos (EP). Predomínio de espermatogônias (ESG) em todos os testículos. Segundo a classificação de Brown-Peterson <i>et al.</i> (2011) esta fase compreende os estágios “Regressão” e “Regeneração” (Fig. 6d).

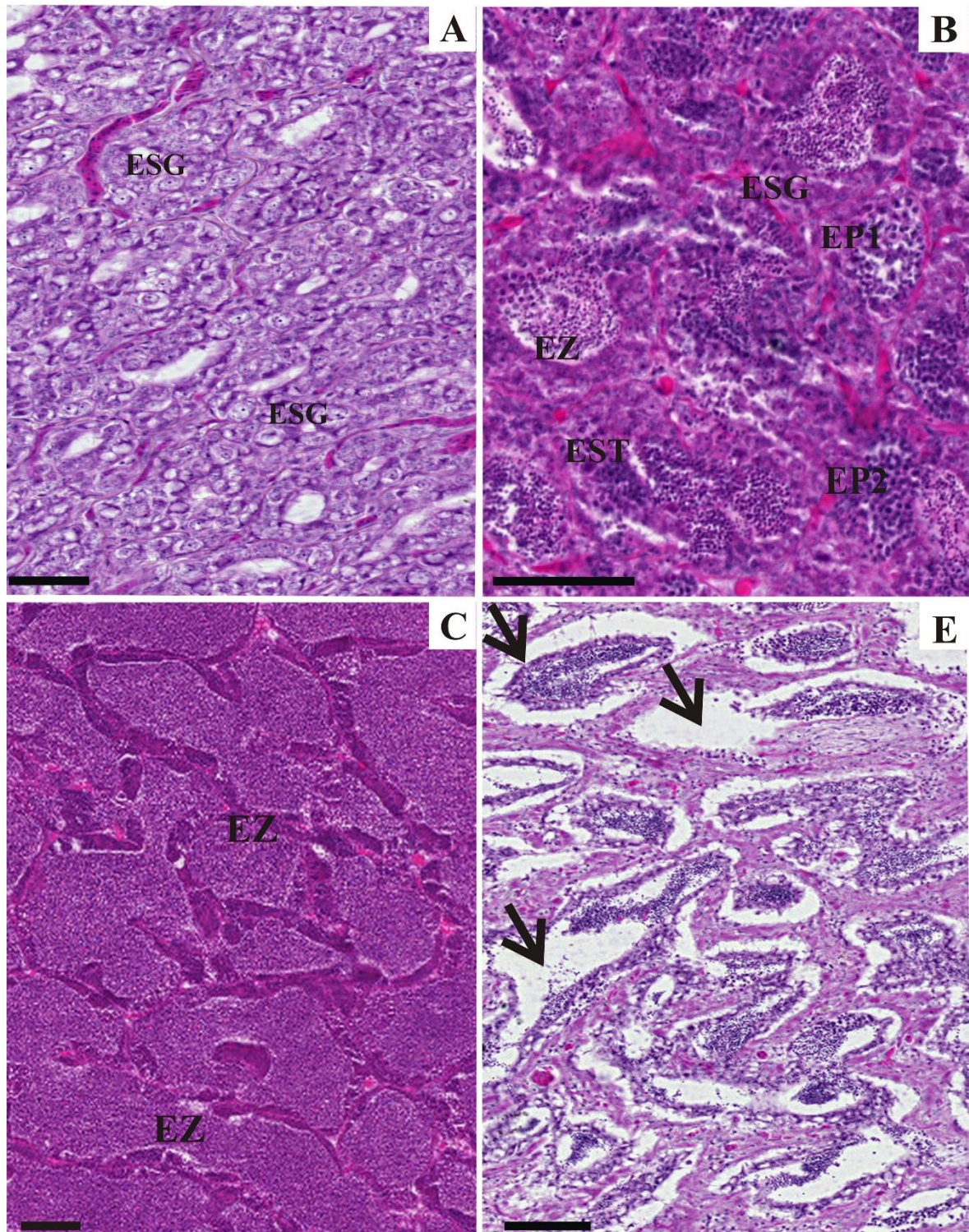


Fig. 6. Estágios do desenvolvimento testicular de *Steindachneridion melanodermatum*. A) Imaturo - túbulos seminíferos parcialmente fechados com predomínio de espermatogônias (ESG). B) Desenvolvimento – Túbulos seminíferos apresentam diferentes células da linhagem espermática: espermatogônias (ESG), espermatócitos primários (EP1), espermatócitos secundários (EP2), espermátides (EST) e espermatozoides (EZ). C) Apto a espermiar – túbulos seminíferos repletos de espermatozoides. D) Espermiado – túbulos seminíferos se apresentam com espaços na luz (setas) e quantidade reduzida de espermatozoides (EZ). Coloração Hematoxilina–Eosina (HE). Escala 50µm.

O período reprodutivo de *S. melanodermatum* ocorreu de junho a setembro com pico reprodutivo em setembro para fêmeas e em agosto para machos, corroborado pelos maiores valores de IGS médio mensal, observados através da curva de maturação para a espécie (Fig. 7). A ANOVA aplicada aos valores de IGS médio mensal de fêmeas mostrou diferença significativa para o mês de setembro que diferiu dos demais meses, com exceção de agosto e dezembro ($F(8, 10) = 6,577, p=0,004$). Já para os machos não houve diferença significativa na variação do IGS médio mensal.

O período reprodutivo evidenciado pela curva de maturação foi corroborado pela distribuição da frequência dos estádios de desenvolvimento gonadal de fêmeas e machos, sendo observada a maior frequência de ovários e testículos aptos a se reproduzir (Fig. 8). De outubro a fevereiro, período de diminuição dos valores de IGS médio, observou-se um aumento na frequência de ovários desovados e testículos esvaziados. Apesar do número reduzido de indivíduos imaturos, podemos inferir que o mês de março pode ser considerado o período de recrutamento da espécie. De maneira geral, o período reprodutivo ocorre nos meses de inverno e primavera, indivíduos pós-reprodução foram verificados com maior frequência no verão e o recrutamento deu-se no outono.

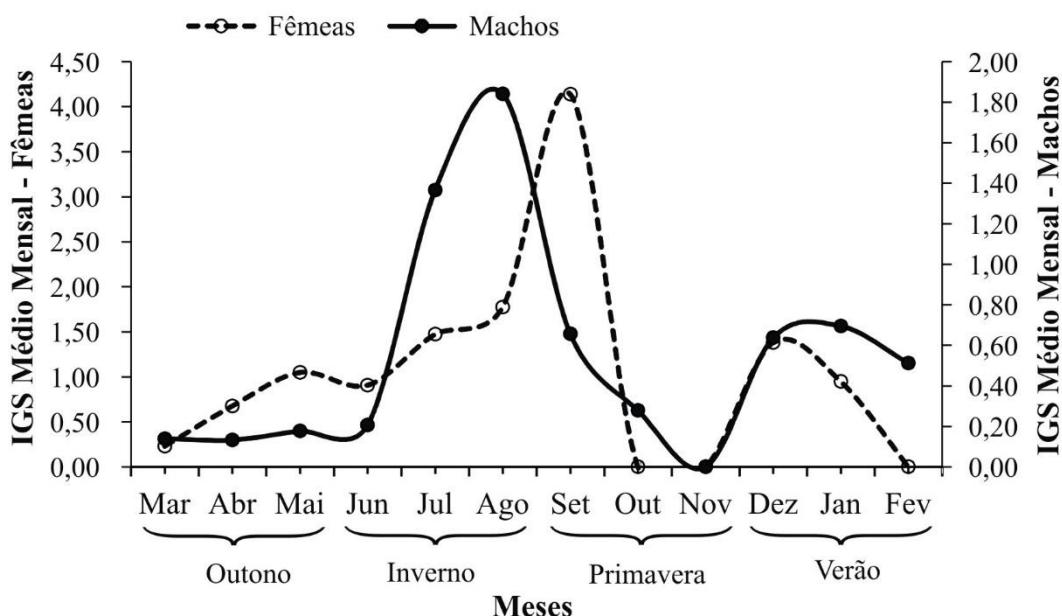


Fig. 7. Curva de maturação de fêmeas e machos de *Steindachneridion melanodermatum* capturados no Baixo rio Iguaçu, Paraná-Brasil.

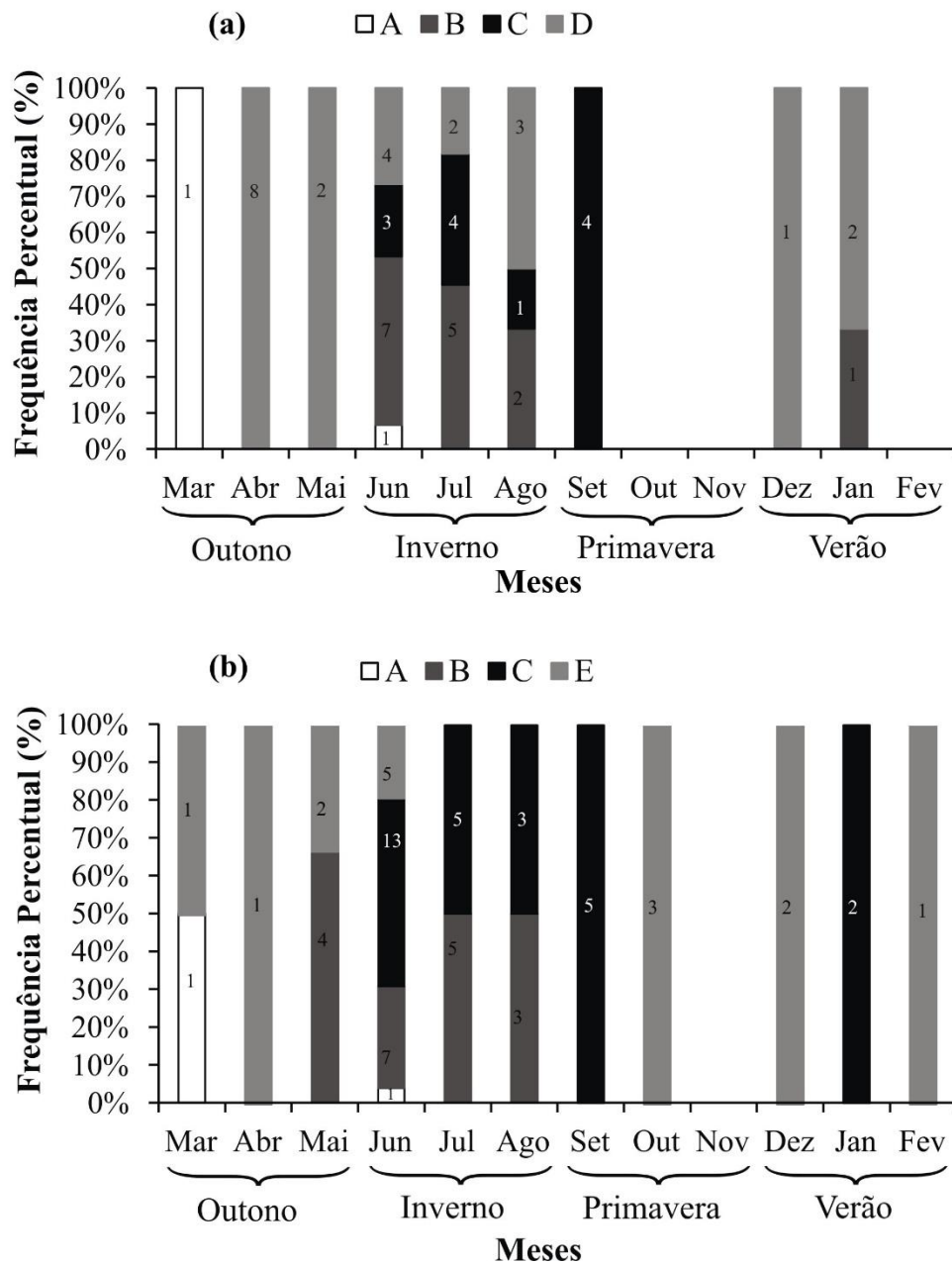


Fig. 8. Distribuição da frequência percentual mensal dos estádios de desenvolvimento gonadal de fêmeas (A) e machos (B) de *Steindachneridion melanoderdatum* amostrados no Baixo rio Iguaçu, Paraná-Brasil. (A) Imaturo, (B) em desenvolvimento, (C) capaz de desovar, (D) desovado e (E) espermiado. Números sobre as barras representam o número de indivíduos.

O comprimento de primeira maturação (LT_{50}) determinado para as fêmeas de *S. melanoderdatum* foi de 39,5cm e para os machos 43,9cm. (Fig. 9 a, b), representando 39,9% e 48,0%, respectivamente, do comprimento total máximo obtido neste estudo. O comprimento total em que todos os indivíduos da população se apresentam adultos (LT_{100}), aptos a reproduzirem, é a partir de 87,0cm para fêmeas e 70,0cm para machos (Fig. 9 a, b).

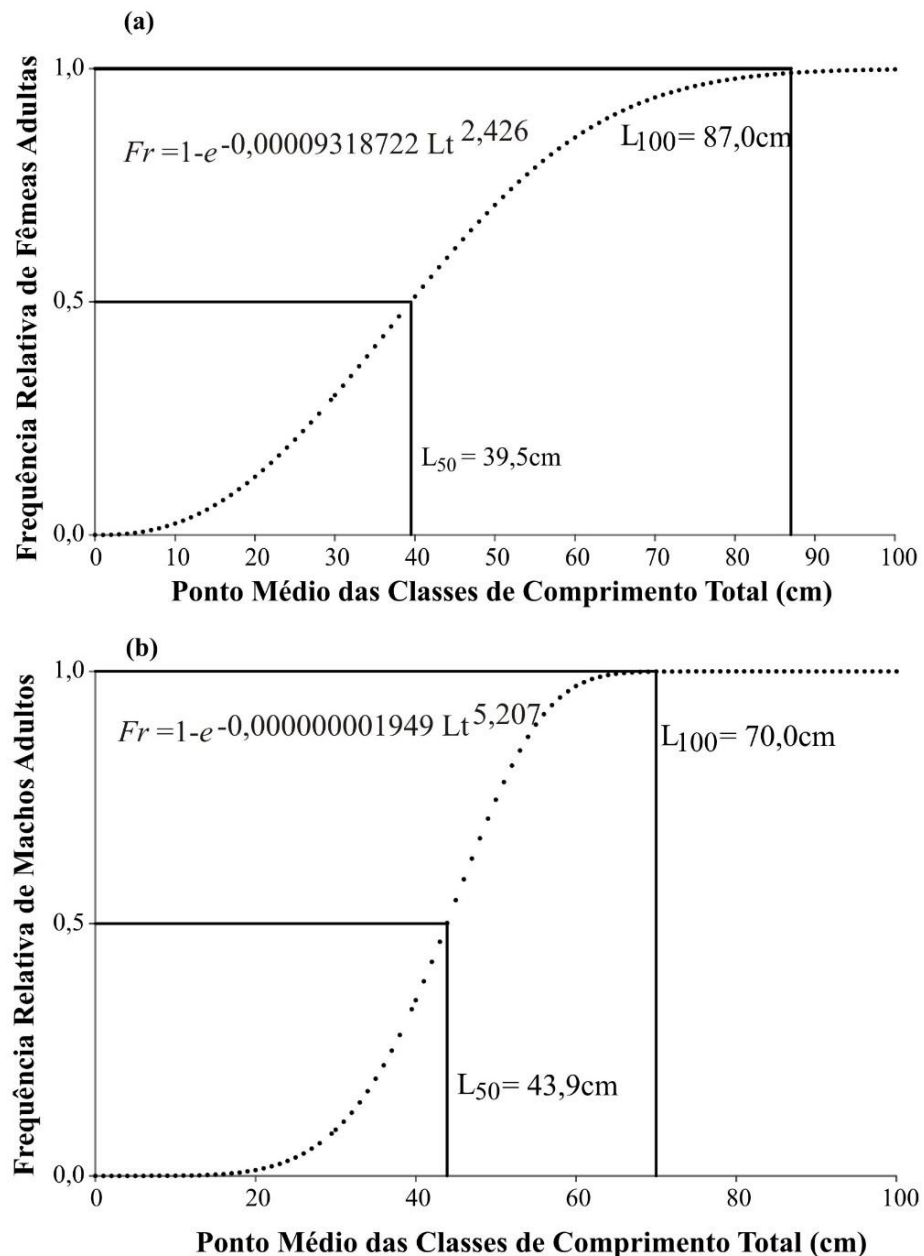


Fig. 9. Comprimento de primeira maturação para fêmeas (a) e machos (b) de *Steindachneridion melanoderdatum* amostrados no Baixo rio Iguaçu, Paraná-Brasil.

3.3 Relação entre período reprodutivo e variáveis ambientais

Para ambos os sexos, nos meses de temperaturas mais baixas (inverno e início da primavera) os valores de IGS médio foram mais elevados mostrando que o período reprodutivo ocorre nos meses de temperaturas mais baixas (16,4 - 23,3 °C), elevada vazão (1077,3 a 11464,2 m³.s⁻¹) e oxigênio dissolvido (6,31 a 9,23 mg.l⁻¹) (Tabela 4).

Tabela 4 Valores mensais médios (Méd), mínimo (Min) e máximo (Máx) para as variáveis abióticas amostradas durante o período de amostragem no rio Iguaçu, estado do Paraná, Brasil. TA: Temperatura da água; OD, oxigênio dissolvido; pH: potencial hidrogeniônico; CE: Condutividade elétrica; TU: turbidez da água; VA: vazão; PR: precipitação.

	TA		OD		pH		CE		TU		VA		PR	
Meses	Méd	Min-Máx	Méd	Min-Máx	Méd	Min-Máx	Méd	Min-Máx	Méd	Min-Máx	Méd	Min-Máx	Méd	Min-Máx
Mar	27,0	25,0-29,5	6,2	4,6-4,5	7,2	6,1-8,1	48,6	33-54,0	13,1	2,5-24,2	1581,0	1423,5-1738,6	3,1	0,3-5,9
Abr	26,4	24,6-28,8	6,3	5,3-9,2	7,2	6,86-7,4	58,4	48,7-70,1	15,3	4,1-48,2	1808,4	1704,1-1912,8	4,4	0,2-8,5
Mai	22,1	21,3-23,1	6,7	5,4-8,1	7,3	6,62-7,8	49,1	44,9-62,7	27,6	3,4-63,3	1420,5	1261,6-1579,3	18,2	4,232,2
Jun	19,0	14,8-20,7	7,1	6,1-8,9	6,9	6,14-7,2	41,7	19,0-57,0	49,3	22,3-116,0	1598,6	1370,7-1826,5	6,1	4,5-7,6
Jul	18,5	17,7-19,1	7,8	6,4-8,7	6,9	5,97-7,5	38,1	32,3-43,3	48,0	19,3-106,0	9922,6	8381,0-11464,2	8,9	5,4-12,4
Ago	18,2	16,1-20,2	8,3	7,1-9,7	6,9	6,4-7,9	50,0	30,1-78,1	30,2	9,2-61,2	2201,9	2081,0-2322,8	1,1	0,0-2,2
Set	21,1	19,5-22,5	7,2	5,9-9,2	6,7	5,76-7,8	40,7	34,6-44,5	14,0	5,7-27,7	1563,5	1077,3-1940,1	4,6	1,6-9,6
Out	21,3	19,1-24,3	7,6	5,6-8,6	7,2	6,62-7,7	41,9	40,1-43,7	16,3	5,1-22,1	2372,4	1484,3-3260,4	3,9	3,3-4,6
Nov	24,8	20,5-28,0	6,7	4,7-8,8	7,5	7,02-8,1	39,6	22,2-62	6,9	2,1-12,7	1506,4	911,0-2101,7	1,8	0,0-3,7
Dez	26,7	24,3-28,6	5,9	4,3-8,5	6,9	6,2-7,2	35,0	23,7-48	27,2	12-95,2	1452,8	1240,4-1665,1	6,2	5,7-6,8
Jan	26,7	25,2-27,8	5,6	3,9-8,8	7,1	5,97-7,7	43,4	4,47-51,7	11,6	2,87-23,1	1579,5	1374,3-1784,6	9,5	5,0-13,9
Fev	28,4	22,5-31,2	6,4	5,2-8,1	8,4	7,13-9,7	44,0	38-49,6	5,6	4,1-12,2	1532,3	1268,8-1795,7	1,1	0,7-1,5

A Análise de Componentes Principais (PCA) aplicada sobre as variáveis abióticas foram interpretadas por dois eixos que explicaram 58,05 % da variabilidade dos dados (Fig. 10 a). O primeiro eixo (PC1) explicou 35,93% dos dados analisados e o segundo eixo (PC2) explicou 22,12%. As variáveis vazão (0,45) e oxigênio dissolvido (0,57) foram positivamente correlacionados com o PC1, entretanto, a temperatura da água (-0,53) e condutividade elétrica (-0,32) foram negativamente correlacionadas. As variáveis turbidez (0,52) e precipitação (0,33) foram positivamente correlacionadas com o PC2, enquanto o pH e a condutividade elétrica apresentaram correlação negativa (Fig. 10 a). Já para os machos a PCA revelou a formação de dois eixos com explicabilidade de 59,29% da variabilidade dos dados (Fig. 10 b). O PC1 explicou 38,09 % dos dados analisados e o PC2 explicou 20,39 %. As variáveis que correlacionaram positivamente para a formação do PC1 foram vazão (0,41) e oxigênio dissolvido (0,57) e negativamente a precipitação (-0,32) e a temperatura da água (-0,54). Já o PC2 as variáveis correlacionadas positivamente foram o pH (0,69) e a condutividade elétrica (0,64) (Fig. 10 b).

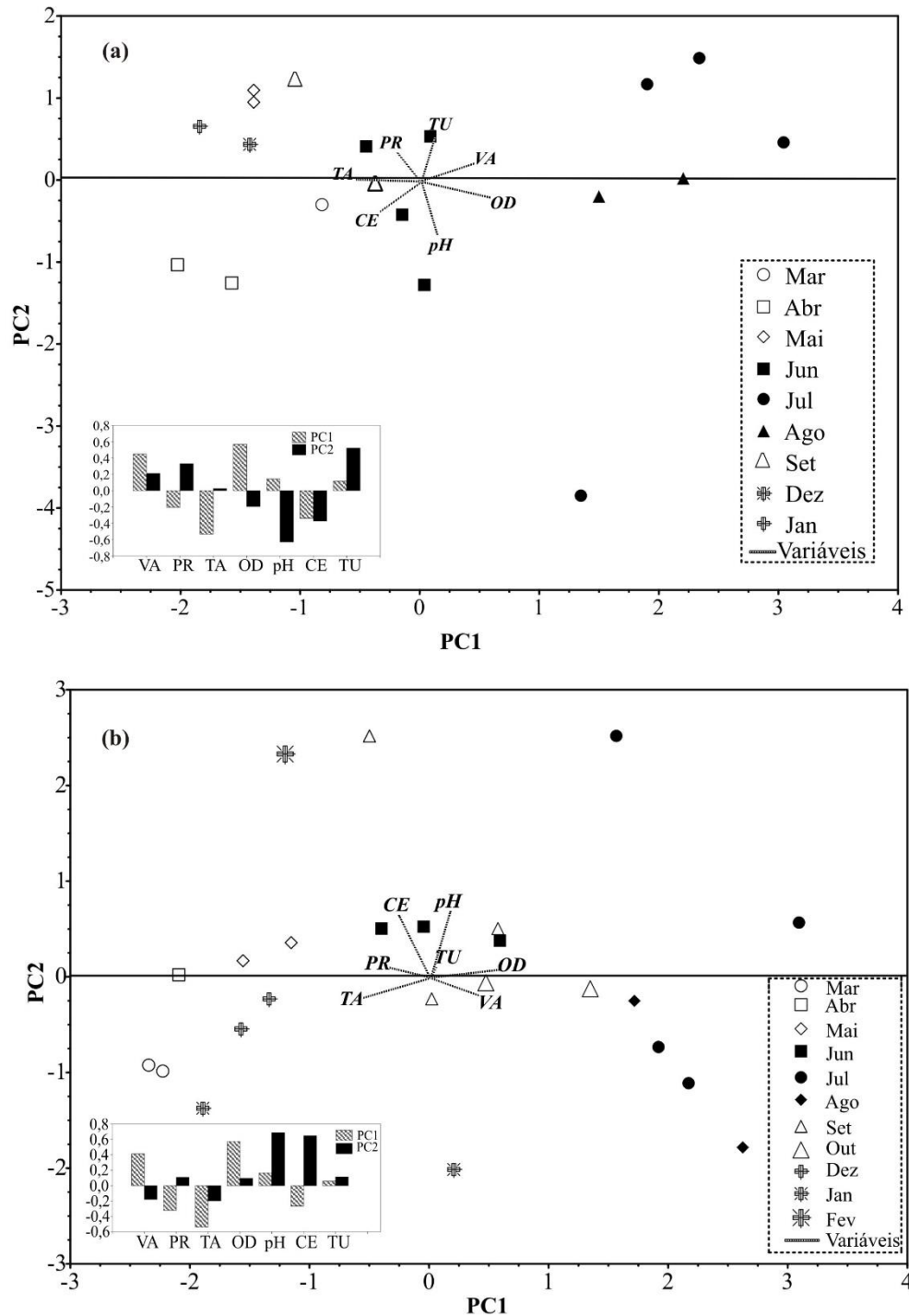


Fig. 10. Análise de Componentes Principais (PCA) aplicada para fêmeas (a) e machos (b) sobre as variáveis abióticas amostradas no baixo rio Iguaçu. VA: vazão; PR: precipitação; TA: temperatura da água; OD: oxigênio dissolvido; pH: potencial hidrogeniônico; CE: condutividade elétrica; TU: turbidez.

A análise de correlação de Pearson aplicada entre as variáveis abióticas geradas dos eixos da PCA e sobre os valores de IGS médio mensal, para as fêmeas de *S. melanodermatum*, evidenciou correlação fraca com o PC1 ($\rho=0,12$; $p=0,62$), sendo a vazão,

oxigênio dissolvido, temperatura da água, turbidez e condutividade elétrica as variáveis que mais relacionaram com o período reprodutivo. A mesma análise aplicada para o IGS médio mensal para os machos revelou correlação média e significativa com o PC1 ($\rho=0,46$; $p=0,02$), sendo vazão, oxigênio dissolvido, temperatura da água e precipitação, as variáveis que mais influenciaram no período reprodutivo.

4. DISCUSSÃO

Informações sobre a estrutura populacional dos peixes são importantes para a biologia pesqueira (Nascimento et al. 2012) e também para os planos de manejo e conservação, principalmente para espécies em perigo de extinção. Neste contexto, a análise da estrutura em comprimento, da população de *S. melanodermatum* capturados no rio Iguaçu, mostram que a espécie exibe tamanhos e pesos máximos superiores àqueles registrados por Feiden et al. (2006). No entanto, Garavello (2005) descreve que as espécies do gênero *Steindachneridion* podem ultrapassar um metro de comprimento padrão. A ausência de diferenças significativas entre os comprimentos de machos e fêmeas de *S. melanodermatum* mostrou que a população estudada não apresenta dimorfismo sexual em relação ao tamanho. Este não é um padrão comum em estudos de peixe, onde geralmente, é evidenciado o tamanho maior do corpo das fêmeas, favorecendo o aumento na fecundidade (Shine, 1990). A ausência de dimorfismo sexual também foi evidenciada para *Pseudoplatystoma corruscans*, dificultando a sexagem e a determinação do estágio de maturação gonadal na reprodução induzida (Crepaldi e Rotta, 2007).

O crescimento alométrico positivo ($b>3$) determinado para *S. melanodermatum* corrobora com o resultado obtido para o pimelodídeo de grande porte *P. corruscans* (Mateus, Penha, 2007), porém, difere da espécie congênere *S. scriptum* que apresenta crescimento alométrico negativo (Agostinho et al. 2008). A diferença no tipo de crescimento reflete distintos modos de utilização dos recursos energéticos alocados, com o objetivo de obter uma melhor condição de permanência em diferentes ambientes, os quais exercem diferentes tipos e intensidades de pressão (Silva et al. 2010). A proporção sexual, observada neste estudo, não revelou diferença significativa entre os sexos, demonstrando que a população se encontra dentro da proporção esperada em ambiente natural, ou seja, de 1:1 (Nikolsky, 1969).

A utilização da técnica histológica nos ovários e testículos, aplicada neste estudo, foram fundamentais para confeccionar a escala de maturidade microscópica de fêmeas e

machos de *S. melanodermatum*, possibilitando assim, compreender a dinâmica do desenvolvimento gonadal, caracterizar a reprodução determinando o período reprodutivo dos peixes (Manorama e Ramanujam, 2017), e o tipo de desova (Bazzoli e Godinho, 1991). O desenvolvimento dos folículos ovarianos seguiu os mesmos padrões de desenvolvimento descritos para outros teleósteos. No entanto, mesmo que os padrões de crescimento de ovócitos sejam semelhantes nos teleósteos, as estratégias e táticas reprodutivas das espécies variam (Jobling, 1995; Tyler e Sumpter, 1996; Brooks et al. 1997).

O período reprodutivo de *S. melanodermatum* ocorreu nos meses de temperaturas mais baixas e vazões elevadas. Resultados semelhantes aos obtidos neste estudo foram descritos para *S. scriptum* (Weingartner et al. 2012; Sartori, 2003; Reynalte-Tataje e Zaniboni-Filho, 2008) e para *S. amblyurum* (Vono e Garavello, 2008). Entretanto, o período reprodutivo para a espécie analisada diferiu do padrão temporal observado para a maioria das espécies de peixes da bacia do rio Paraná (Vazzoler, 1996), diferiu de seus congêneres *S. parahybae* (Caneppele et al. 2009; Honji et al. 2017) e *S. scriptum* (Reynalte-Tataje e Zaniboni-Filho, 2008) e também dos grandes siluriformes migradores (Agostinho et al. 2003; Campos, 2010) e de outras espécies endêmicas de pimelodídeos do rio Iguaçu, como *Pimelodus britskii* e *Pimelodus ortmanni* (Baumgartner et al. 2012). Ainda, é importante salientar que o período de reprodução e recrutamento para espécies de peixes em climas temperados e subtropicais são, normalmente, determinados pelo aumento da temperatura associado com a maior disponibilidade de alimentos, ocorrendo na primavera e no verão (Jobling, 1995; Lowe-McConnell, 1999). Assim, o período reprodutivo da espécie analisada deve estar associado com uma necessidade específica da prole, podendo ser considerada uma tática reprodutiva a fim de obter o sucesso reprodutivo.

As diferentes análises utilizadas neste estudo permitiram caracterizar a desova total para a espécie estudada, também evidenciada durante os procedimentos para a reprodução induzida da mesma espécie, realizados na Estação Experimental de Estudos Ictiológicos da Usina Hidrelétrica Ney Braga (Ludwig et al. 2005). Ainda, o mesmo tipo de desova foi evidenciado para *S. scriptum*, considerada espécie migradora de longas distâncias (Suzuki et al. 2009). Peixes migradores tropicais habitam ambientes lóticos (Sato et al. 2003) e geralmente exibem desova do tipo total (Vazzoler, 1996) entretanto, estudos relacionados ao comportamento migratório de *S. melanodermatum* são inexistentes. De acordo com Coleman et al. (1996), espécies que usam as agregações de desova são mais suscetíveis às atividades de pesca. A agregação reprodutiva é esperada em espécies que realizam migrações, refletindo em maiores concentrações de indivíduos durante o período reprodutivo (Godoy, 1975). A maior

abundância de espécimes de *S. melanoderdatum* ocorreu nos meses que antecede a reprodução, corroborando o observado para outras espécies de pimelodídeos (Brito e Bazzoli, 2003; Holzbach et al. 2009).

A determinação do comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) é importante na história de vida dos peixes, pois são informações utilizadas para estabelecer critérios de conservação do recurso pesqueiro (Barbieri e Hartz, 1995), planejar a gestão de medidas em relação a sua exploração, que em muitos casos a falta desse conhecimento pode levar a redução do estoque reprodutivo (Mateus e Penha, 2007; Peixer et al. 2006). O tamanho mínimo de primeira maturação é um parâmetro reprodutivo que depende da temperatura da água e varia entre as espécies encontradas em ambiente natural ou cativeiro (Crepaldi et al. 2006) bem como, pode estar relacionada com as atividades de pescas exercidas. O L_{50} determinado neste estudo mostrou o comprimento reduzido em relação a outras espécies pertencentes ao mesmo gênero ou dos grandes bagres da família Pimelodidae, por exemplo, *S. scriptum* (Agostinho et al. 2008).

A correta identificação dos estágios de desenvolvimento gonadal e a determinação da proporção sexual são alguns dos parâmetros fundamentais para entender como as espécies utilizam os ambientes (Veregue e Orsi, 2003). As táticas reprodutivas utilizadas dependem das interações entre o ambiente, associadas com a resposta genética, fisiológica, comportamental e ecológica dos indivíduos (Potts e Wootton, 1984). As variações nas táticas determinam a estratégia reprodutiva utilizada pelas espécies, objetivando alcançar o sucesso reprodutivo (Vazzoler, 1996). Os resultados desse estudo evidenciam que *S. melanoderdatum* apresenta várias táticas reprodutivas como desova total, período reprodutivo curto, tamanho de primeira maturação pequeno comparado com os grandes pimelodídeos (Agostinho et al. 2003). Além disso, o fato da espécie se reproduzir em período diferenciado em relação as demais do rio Iguaçu permite que as suas pós larvas obtenham alimento apropriado na fase de abertura da boca alimentando-se de ovos e larvas das demais espécies.

Assim nosso estudo constatou que o período reprodutivo de *S. melanoderdatum* é curto e diferenciado das demais espécies dos rios Iguaçu e Paraná, bem como de seus congêneres, ocorrendo no inverno e início da primavera (de junho a setembro) associado a temperaturas baixas e elevadas concentração de oxigênio dissolvido e vazão do Rio Iguaçu. Este estudo contribui com informações inéditas acerca da biologia e reprodução de indivíduos selvagens de *S. melanoderdatum*, que auxiliarão no planejamento, desenvolvimento e avaliação de planos de conservação. Ações cruciais e emergenciais constituem a preservação do habitat da espécie (poços profundos – Assumpção et al. 2017) e da fiscalização intensiva

para evitar a pesca ilegal do *S. melanodermatum*, em especial nos locais fora da Unidade da Conservação PARNA do Iguaçu, trecho a jusante da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, que podem salvaguardar esta espécie endêmica e ameaçada de extinção.

5. AGRADECIMENTOS

Ao ICMBio/Parque Nacional do Iguaçu, pelo apoio logístico e pela oportunidade de desenvolvermos as pesquisas. Ao Consórcio Empreendedor Baixo Iguaçu e ao Macuco Safari pelo suporte financeiro à pesquisa. Ao Instituto Água Viva pela logística. À equipe técnica do Grupo de Pesquisa em Tecnologia em Ecohidráulica e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos/GETECH, pelo auxílio na execução das amostragens. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

6. REFERÊNCIAS

- Abell R, Thieme ML, Revenga C, Bryer M, Kottelat M, Bogutskaya N, et al (2008) Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioSci* 58:403–414. [https://doi: 10.1641/B580507](https://doi.org/10.1641/B580507)
- Agostinho AA, Zaniboni-Filho E, Shibatta O, Garavello J (2008). *Steindachneridion scriptum*. In: Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP (eds). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 1.ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.pp 239-240.
- Agostinho AA, Gomes LC, Suzuki HI, Horácio, JF (2003) Migratory fishes of the upper Paraná river basin. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A, editors. *Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. World Fisheries Trust, The World Bank and The International Development Research Centre: Victoria, pp 19-98.
- Agostinho AA, Gomes LC (1997) Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem.
- Barbieri G, Hartz S (1995) Estudo da fecundidade e tamanho de primeira maturação gonadal de *Cyphocharax modesta* (Hensel, 1869) da represa do Lobo, estado de São Paulo, Brasil (Characiformes, Curimatidae). *Comun Mus Ciênc Tecnol Zool* 8:27-35.
- Baumgartner G, Pavanelli CS, Baumgartner D, Bifi A.G, Debona T, Frana VA (2012) Peixes do Baixo Rio Iguaçu. Maringá: Eduem.

- Baumgartner D, Baumgartner G, Pavanelli CS, Silva PRL, Frana VA, Oliveira LC, Michelin MR (2006) Fish, Salto Osório Reservoir, rio Iguaçu basin, Paraná State, Brazil. Check List 2(1):1-4.
- Bazzoli N, Godinho HP (1991) Reproductive biology of the *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Characidae) from Três Marias Reservoir. Zool Anz 226(5/6):285-297.
- Bittencourt F, Signor A, Boscolo WR, Lui TA, Feiden A, Boscolo RJ (2012) Dietas farelada, peletizada ou pastosa para larvas de surubim do Iguaçu *Steindachneridion melanodermatum*. Acta Iguazu. (1):1-7.
- Bittencourt F, Signor AA, Boscolo WR, Coldebella A, Manske C, Feiden A (2013) Densidade de estocagem do surubim do Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*) cultivado em tanque rede no reservatório Governador José Richa. Rev Cultiv Saber (6):202-209.
- Braga FMS, Souza UP, Carmassi AL (2007) Dinâmica populacional de *Characidium lauroi* e *C. alipioi* (Teleostei, Crenuchidae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (SP). Acta Sci Biol Sci 29(3):281-287.
- Brehm M, Filippin RF, Moura RR (2016) O impacto ambiental causado à ictiofauna do rio Iguaçu pela exploração do potencial hidrelétrico: o caso do surubim do Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). Rev Bras Energ Renov 1(1):30-47.
- Brito MFG, Bazzoli N (2003) Reproduction of the surubim catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora Region, Minas Gerais, Brazil Arq Bras Med Vet Zootec 55(5):624-33. <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352003000500018>
- Brooks S, Tyler CR & Sumpter JP (1997) Egg quality in fish: what makes a good egg? Reviews in Rev. Fish Biol. Fish 7:387-416.
- Brown-Peterson N, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK (2011) A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Mar Coast Fish 3(1):52-70. <http://dx.doi.org/10.1080/19425120.2011.555724>.
- Campos JL (2010) O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans* Spix & Agassiz, 1829) e outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos. In: Baldisserotto B, Gomes LC (orgs). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed. Santa Maria: UFSM.
- Caneppele D, Honji RM, Hilsdorf AWS, Moreira RG (2009) Induced spawning of the endangered Neotropical species *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes: Pimelodidae). Neotrop Ichthyol 7(4):759-762. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-622520090004000>
- Cantanhêde LG, Carvalho IFS, Santos NB, Almeida ZS (2016) Biologia reprodutiva do *Hassar affinis* (Pisces: Siluriformes, Doradidae), Lago de Viana, Baixada Maranhense, Maranhão, Brasil. Acta Amaz 46(2):219-226. <https://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201503844>
- Coleman F, Koenig CC, Collins A (1996) Reproductive style of shallow-water groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing

- spawning aggregations. *Environ Biol Fishes* 47:129-141. <https://doi.org/10.1007/BF00005035>
- Crepaldi DV, Faria PMC, Teixeira EAT, Ribeiro LP, Costa AAP, Melo DC, Moraes VE (2006) Biologia reprodutiva de Surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*). *Rev Bras Reprod Anim* 30(3): 159-167.
- Crepaldi DV, Rotta MA (2007) Uso do ultra-som em programas de reprodução de peixes nativos. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico. Embrapa Pantanal (59): 6.
- Fávaro LF, Lopes SCG, Spach HL (2003) Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Rev Bras de Zool* 20(3):501-506. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752003000300022>
- Feiden A, Hayashi C, Boscolo WR, Signor A (2005) Desenvolvimento do surubim do Iguaçu (*Steindachneridion* sp., Garavello (1991)) (Siluroidei: Pimelodidae) em ambiente escuro durante a fase inicial, alimentado com diferentes dietas. *Cienc Agrar* (26):109-11. doi: 10.5433/1679-0359.2005v26n1p109
- Feiden A, Hayashi C, Boscolo WR (2006) Desenvolvimento de larvas de surubim-do-iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*) submetidas a diferentes dietas. *Rev Bras Zootec* 35(6):2203-2210. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000800002>
- Feiden A, Signor A, Boscolo WR, Reidel A, Coldebella A, Signor AA, Klein S (2013) Morphometric and allometric relations of cage-reared Iguaçu surubim. *Pesqui Agropecu Bras* 48(8):1154-1158. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800052>
- Garavello JC, Pavanelli CS, Suzuki HI (1997) Caracterização da Ictiofauna do Rio Iguaçu. In: Agostinho AA, Gomes LC (eds). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: Eduem. pp 61-84.
- Garavello JC (2005) Revision of genus *Steindachneridion* (Siluriformes: Pimelodidae). *Neotrop Ichthyol* 3(4):607-623. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252005000400018>
- Godoy MP (1975) Peixes do Brasil: subordem Characoidei, bacia do rio Mogi Guaçu. Editora. Franciscana: Piracicaba, São Paulo.
- Holzbach AJ, Gubiani EA, Baumgartner G (2009) *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Piquiri River, Paraná, Brazil: population structure and some aspects of its reproductive biology. *Neotrop Ichthyol* 7(1):55-64. <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252009000100008>
- Honji RM, Tolussi CE, Caneppele D, Polaz CNM, Hilsdorf AWS, Moreira RG (2017) Biodiversidade e conservação da ictiofauna ameaçada de extinção da bacia do Rio Paraíba do Sul. *Rev Biol* 17:18–30. Available from: doi: 10.7594/ revbio.17.02.05
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio (2016) *Lista de espécies ameaçadas*. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html?limitstart=0>. Accessed 26 June 2017

- Jackson DA (1993) Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecol* (74):2204-2214. doi.org/10.2307/1939574
- Jobling M (1995) *Environmental Biology of Fishes*. London, Chapman & Hall.
- Le Cren ED (1951) The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J Anim Ecol* 2(20):201-219.
- Lewandowski V, Pedron FA, Decarli JA, Feiden, A, Signor A, Boscolo WR (2013) Hidrolisados Cárneos na Alimentação do Surubim do Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*), *Rev Bras Ciênc Vet* (20):222-226.
- Lowe-McConnell RH (1999) *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.
- Lowerre-Barbieri SK, Brown-Peterson NJ, Murua H, Tomkiewicz J, Wyanski DM, Saborido-Rey F (2011) Emerging Issues and Methodological Advances in Fisheries Reproductive Biology. *Mar Coast Fish* 3(1):32-51. doi:10.1080/19425120.2011.555725
- Ludwig LAM, Gomes E, Artoni RF (2005) Um método de reprodução induzida para o surubim *Steindachneridion melanodermatum* (Siluriformes: Pimelodidae) do Rio Iguaçu. *UEPG Ciên Biol Saúde* 11(3/4):23-27.
- Manorama M, Ramanujam SN (2017) Reproductive cycle of the endemic and threatened fish *Puntius shalynius* (Cypriniformes: Cyprinidae) in Meghalaya, India. *Rev Biol Trop* 65(1):255-265.
- Mateus LAF, Penha JMF (2007) Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *Rev Bras Zool* 24(1):87-98. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752007000100012>
- Matoso DA, Almeida Val VMF, Silva M, Moraes-Neto A, Almeida MC, Vicari MR, Moreira-Filho O, Artoni RF (2011a) Chromosomal polymorphism in *Steindachneridion melanodermatum* Garavello, 2005 (Siluriformes, Pimelodidae): a reappraisal the existence of sex chromosome system in the species. *Rev Fish Biol Fisher* 21(3):497-508. <http://dx.doi.org/10.1007/s11160-011-9201-2>.
- Matoso DA, Da Silva M, Cortinhas MCS, Cestari. MM, De Almeida MC, Vicari MR, Artoni RF (2011b) Two genetic stocks of *Steindachneridion melanodermatum* living in sympatry in nature and genetic variability of wild parents and F1 generation. *Genet Mol Res* 10(4):2606-2612. <http://dx.doi: 10.4238/2011.October.25.8>.
- Myers N, Mittermeier RA, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* (403):853-858.
- Nascimento WS, Araújo AS, Barros NHC, Gurgel LL, Costa EFS, Chellappa S (2012) Length-Weight relationship for seven freshwater fish species from Brazil. *J Appl Ichthyol* (28):272-274.
- Nikolsky GV (1969) *Theory of fish population dynamics*. Edinburgh, Oliver e Boyd; 323p.
- Olden JD, Poff NL, Bestgen K (2006) Life-history strategies predict fish invasions and extirpations in the Colorado River Basin. *Ecol Monogr* (76):25-40.

- Oliveira EC, Favaro LF (2011) Reproductive biology of the flatfish *Etropus crossotus* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) in the Paranaguá Estuarine Complex, Paraná State, subtropical region of Brazil. *Neotrop Ichthyol* 9(4):795-805. <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252011005000043>
- Peixer J, Mateus LAF, Resende EK (2006) First gonadal maturation of *Pinirampus pinirampu* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Braz J Biol* (66):1b. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842006000200014>
- Peters RK (1986) The role of prediction in limnology. *Limnol Oceanogr* (31):1143-1159.
- Pompei L, Pieracci D, Giannetto D, Carosi A, Cauzillo C, Dolciarni R, Ghetti L, Lorenzoni M (2017) Reproductive biology of Cisalpine pike (*Esox cisalpinus* Bianco & Delmastro, 2011) in Lake Trasimeno (Italy). *J Appl Ichthyol* (33):225-229. <https://doi.org/10.1111/jai.13294>
- Potts GW, Wootton RJ (1984) Fish reproduction: Strategies and Tactics. London, Academic Press.
- Reynalte-Tataje DA, Zaniboni-Filho E (2008) Biologia e identificação de ovos e larvas de peixes do alto rio Uruguai. In: Zaniboni-Filho E, Nuñez APO (eds). Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologia e conservação da ictiofauna. Florianópolis: Editora UFSC, pp 229-256.
- Rizzo E, Bazzoli N (2014) Reprodução e embriogênese. In: Baldisserotto B, Possebon JE, Criscuolo E (eds). *Biología e fisiología de peixes neotropicais de água doce*. pp 265- 284.
- Sartori MBG. (2003) A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. *Terra Livre* 20(1):27-49.
- Sato Y, Fenerich-Verani N, Godinho HP. Reprodução induzida de peixes da bacia do São Francisco. In: Godinho HP, Godinho AL. (org.). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco da Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas; 2003.
- Shine R (1990) Proximate determinants of sexual differences in body size. *American Naturalist* 135:278-283.
- Silva JPA, Muelbert AE, Oliveira EC, Favaro LF (2010) Reproductive tactics used by the Lambari *Astyanax* aff. *fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçu River. *Neotrop Ichthyol* 8:885–92.
- Suzuki HI, Agostinho AA, Bailly D, Gimenes MF, Júlio JR, HF, Gomes LC (2009) Inter-annual variations in the abundance of young-of-the-year of migratory species in the upper Paraná River floodplain: relations with hydrographic attributes. *Braz J Biol* 69(2): 649-660. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842009000300019>
- Swarça AC, Fenocchio AS, Cestari MM, Dias AL (2006) First report of a sex chromosome system in a Sorubiminae fish, *Steindachneridion* sp. (Pimelodidae), with an uncommon large Y chromosome. Mitotic and meiotic analysis. *Cytogenet Genome Res* 112(3-4):325-328.

- Swarça AC, Fenocchio AS, Cestari MM, Dias AL (2008) Analyses of the Structure of NORs in Two Species of South American Sorubiminae Fishes (Siluriformes) by Means of Several Cytogenetic Techniques. *Folia Biol (Kraków)*. 56(1-2):31-35.
- Swarça AC, Fenocchio AC, Cestari MM, Dias AL (2009) Localization and characterization of the 5S rDNA bearing chromosome in two *Steindachneridion* species by means of different dytogenetic techniques. *Cytologia* (74):323–327.
- Tolosa EMC, Behmer OA, Freitas-Neto AG (2003) Manual de técnicas para histologia normal e patológica. Barueri – SP.
- Tyler CR, Sumpter JP (1996) Oocyte growth and development in teleosts. *Rev Fish Biol Fisher* 6:287-318.
- Vazzoler AEAM (1996) Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática. Maringá: Eduem.
- Veregue AML, Orsi ML (2003) Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eingenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi, Paraná. *RB Zool* 20:97-105.
- Vieira S (2003) Bioestatística: tópicos avançados. Rio de Janeiro.
- Vono V, Garavello J (2008) *Steindachneridion amblyurum*. In: Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP, editors. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 1.ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas; p.232-233.
- Weingartner M, Fracalossi DM, Nuñez APO, Zaniboni-Filho E (2012) Desenvolvimento de tecnologia de criação. In: Nuñez APO, Zaniboni-Filho E, editors. Reservatório de Machadinho: peixes, pesca e tecnologias de criação. Florianópolis. Editora da UFSC. pp. 147-177.
- Wikelski M, Cooke SJ (2006) Conservation physiology. *Trends Ecol* (21):38-46.
- Zawadzki CH, Renesto E, Bini LM (1999) Genetic and morphometric analysis of three species of the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes: Loricariidae) from the rio Iguaçu (Brazil). *Rev Suisse de Zool* (106): 91-105.