



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

***Spintherobolus papilliferus* Eigenmann, 1911: a redescoberta  
de uma espécie de peixe ameaçada de extinção  
(Characiformes, Characidae).**

**Candidato: RODRIGO DE MOURA MANOEL BENTO  
Orientador: GEORGE MENDES TALIAFERRO MATTOX**

Sorocaba

2021

de Moura Manoel Bento, Rodrigo

*Spintherobolus papilliferus* Eigenmann, 1911: a redescoberta de uma espécie de peixe ameaçada de extinção (Characiformes, Characidae) / Rodrigo de Moura Manoel Bento -- 2021.  
41f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): George Mendes Taliaferro Mattox

Banca Examinadora: Maurício Cetra, Osvaldo Takeshi Oyakawa

Bibliografia

1. piquira cabeçuda. 2. taxonomia. 3. biogeografia. I. de Moura Manoel Bento, Rodrigo. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979

**Folha de aprovação**

Rodrigo de Moura Manoel Bento

**“*Spintherobolus papilliferus* Eigenmann, 1911: a redescoberta de uma espécie de peixe ameaçada de extinção (Characiformes, Characidae)”**

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

Sorocaba, 14 de janeiro de 2021.

Orientador \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. George Mendes Taliaferro Mattox

Membro 1 \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Maurício Cetra

Membro 2 \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Osvaldo Takeshi Oyakawa

## **Agradecimentos**

Agradeço a todos que me ajudaram de alguma forma na realização deste trabalho, principalmente ao professor George que mesmo em um período tão difícil na vida de todos se prontificou a ajudar de todas as formas para concluir esta última meta da minha graduação. Também agradeço ao professor Cetra que disponibilizou parte do material de sua pesquisa para que este trabalho se tornasse possível.

Agradeço a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) campus Sorocaba, que se tornou minha casa durante esses anos, que moldou a minha visão de mundo e sociedade e onde formei novos laços e amizades para vida toda.

Agradeço principalmente aos meus familiares, principalmente Mãe, Pai, meus avós e Irmã que me apoiaram nessa escalada acadêmica, dando suporte seja na confiança ou até mesmo psicologicamente, sendo os principais pilares da minha formação como pessoa.

Por fim agradeço a todos que fizeram parte da minha formação, professores da UFSCar e USP e amigos e colegas (alguns que só tive contato online e que ainda pretendo conhecer pessoalmente). Ademais, não menos importante, meus amigos da Vila Universitária que formaram uma verdadeira família de Biólogos enquanto que alguns quilômetros me separavam da minha mãe, pai e irmã.

## RESUMO

A Mata Atlântica é uma das mais relevantes florestas do globo, abrigando cerca de 5% das espécies de vertebrados e 7% da biodiversidade botânica do mundo. Em seus rios, córregos e riachos, encontram-se mais de 350 espécies de peixes, cerca de 38% das quais endêmicas. Nesse cenário, encontra-se a pequirá-cabeçuda, *Spintherobolus papilliferus*, uma espécie de Characidae criticamente ameaçada de extinção. *S. papilliferus* é caracterizado por cinco autapomorfias morfológicas e atualmente encontra-se classificado em uma linhagem basal, irmã das demais espécies do gênero. Até recentemente, a espécie era conhecida de poucos exemplares de algumas localidades esparsas na bacia do Alto Tietê no entorno da cidade de São Paulo, e de um afluente do Rio Itapanhaú, um riacho costeiro no município de Bertioga, SP. Em 2019, um novo registro de ocorrência da espécie foi realizado no Rio Ribeira de Iguape, município de Jujutiba, SP. No presente trabalho, foram tomados 17 caracteres morfométricos e 6 merísticos dos oito exemplares coletados na nova localidade, confirmando a identificação da espécie. Para efeitos comparativos, foram tomados os mesmos caracteres de 10 exemplares do Alto Tietê e 7 exemplares do Itapanhaú provenientes de coleção ictiológica. Observou-se grande sobreposição nos valores dos caracteres morfométricos e merísticos com exceção de três (diâmetro orbital, altura do corpo e altura do pedúnculo caudal). Uma análise de MANOVA revelou que a população do Rio Ribeira de Iguape difere significativamente das demais populações nestes caracteres, sendo os novos exemplares caracterizados pela menor altura do corpo e pedúnculo caudal. Sugere-se que as diferenças observadas sejam devidas, ao menos parcialmente, a pressões ambientais, uma vez que a drenagem do Rio Ribeira representa um ambiente de corredeiras velozes que pode influenciar morfológicamente no formato do corpo em peixes. Além disso, apresentamos uma hipótese para a distribuição disjunta de *S. papilliferus*, à luz de eventos geológicos recentes como captura de cabeceiras. Estudos genéticos podem fornecer novas evidências acerca das relações evolutivas e biogeográficas do gênero e da espécie.

**Palavras chave:** Piquirá Cabeçuda; Taxonomia; Biogeografia; Jujutiba; Rio Jujuiá.

## Abstract

The Atlantic Forest is one of the most relevant forests worldwide, housing approximately 5% of all vertebrate diversity and 7% of known species of plants. There are over 350 fish species within its rivers and streams, roughly 38% of which are endemic of this biome. Such is the case of *Spintherobolus papilliferus*, a critically endangered tropical Characidae. *S. papilliferus* is defined by five autapomorphies and is currently classified as sister to all other species of the genus. Until recently, few specimens of *S. papilliferus* were known, mostly from sparse locations in the Upper Rio Tietê basin around the metropolitan area of São Paulo, and from an affluent of Rio Itapanhaú, a coastal stream in the city of Bertioga, SP. In 2019, specimens of *S. papilliferus* were registered from Rio Ribeira de Iguape basin in Juquitiba, SP, representing a new record in the geographic distribution of the species. In the present study, 17 morphometric and 6 meristic data from all eight specimens were analysed, confirming its identification. For comparison, 10 specimens from the Upper Rio Tietê and 7 from Rio Itapanhaú previously deposited in ichthyological collections were also analysed. A great overlap in the morphological data from the three populations was detected, except for eye diameter, body depth and caudal-peduncle depth. A MANOVA analysis revealed that the Ribeira de Iguape population differs significantly from the other two in these characters, showing less deep body and caudal peduncle. We suggest that these morphological differences may be due to environmental selective pressures, at least partially, since Rio Ribeira drainage is marked by fast waters which can influence the shape of fish bodies over time. In addition, we present herein a hypothesis for the disjunct distribution of *S. papilliferus* in the light of recent geological events such as headwater capture. Future genetic studies may bring new evidence concerning the evolution and biogeography of the genus and its species.

## Lista de Ilustrações

<b>Figura 1. A.</b> <i>Spintherobolus papilliferus</i> , exemplar vivo, Brasil, São Paulo, afluente Rio Juquiá-Guaçu. <b>B.</b> <i>Spintherobolus papilliferus</i> , exemplar fixado, Brasil, São Paulo, afluente Rio Juquiá-Guaçu.....	39
<b>Figura 2.</b> Trecho representativo de riacho afluente do Rio Juquiá-Guaçu amostrado na bacia do rio Ribeira de Iguape, sudeste do Brasil. ....	40
<b>Figura 3.</b> Gráfico gerado após a análise de variância multivariada (MANOVA) aplicada às variáveis diâmetro do olho, altura do corpo e altura do pedúnculo caudal das drenagens Ribeira (Preto), Costeira (Vermelha) e Tietê (Azul). ....	41
<b>Figura 4.</b> Mapa da distribuição dos exemplares de <i>Spintherobolus papilliferus</i> analisados no presente estudo. ....	42

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Lista de exemplares da espécie <i>Spintherobolus papilliferus</i> da coleção ictiológica do Museu de Zoologia da USP analisados no presente estudo.....	33
<b>Tabela 2.</b> Dados morfométricos de <i>Spintherobolus papilliferus</i> provenientes de três drenagens. Medidas 1-12 expressas como proporção do comprimento padrão e medidas 13-16 expressas como proporção do comprimento da cabeça. ....	34
<b>Tabela 3.</b> Dados morfométricos de <i>Spintherobolus papilliferus</i> compilados no presente estudo e amplitude retirada de Weitzman & Malabarba (1999) para ambos os sexos. Comprimento da nadadeira anal não aferida por Weitzman & Malabarba (1999). ....	35
<b>Tabela 4.</b> Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira dorsal de <i>Spintherobolus papilliferus</i> provenientes das três drenagens separadamente e compiladas. ..	36
<b>Tabela 5.</b> Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira peitoral de <i>S. papilliferus</i> provenientes das três drenagens separadamente e compiladas. ....	36
<b>Tabela 6.</b> Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira pélvica de <i>S. papilliferus</i> provenientes das três drenagens separadamente e compiladas. ....	36
<b>Tabela 7.</b> Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira anal de <i>S. papilliferus</i> provenientes das três drenagens separadamente e compiladas. ....	37
<b>Tabela 8.</b> Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira caudal de <i>Spintherobolus papilliferus</i> provenientes das três drenagens separadamente e compiladas. Número antes da vírgula representa contagem de raios no lobo superior, número após a vírgula representa contagem de raios no lobo inferior. ....	37
<b>Tabela 9.</b> Distribuição de frequências dos números de escamas perfuradas na linha lateral de <i>Spintherobolus papilliferus</i> provenientes das três drenagens separadamente e compiladas. ..	37
<b>Tabela 10.</b> Comparação dos p-valores duas-a-duas das populações das drenagens Costeira, Tietê e Ribeira após a aplicação da análise de variância multivariada (MANOVA) aplicada às variáveis diâmetro do olho, altura do corpo e altura do pedúnculo caudal. ....	38

## Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	08
<b>2. Objetivos</b> .....	12
<b>3. Materiais e Métodos</b> .....	13
3.1. Área de Estudo .....	13
3.2. Coleta .....	13
3.3. Análises Morfológicas .....	14
<b>4. Resultados</b> .....	16
4.1. Análise Morfológica .....	16
4.2. Análise de variância multivariada (MANOVA) .....	16
4.3. Expansão da área de ocorrência .....	17
<b>5. Discussão</b> .....	18
1. Análises morfológicas .....	18
1.1. Autapomorfias .....	18
1.2. Demais caracteres .....	19
2. Biogeografia .....	22
2.1. História geológica das bacias de ocorrência de <i>S. papilliferus</i> .....	22
2.2. Biogeografia da região entre o escudo cristalino e drenagens costeiras .	24
3. Conservação de Riachos .....	26
<b>6. Referências Bibliográficas</b> .....	29
<b>7. Anexos</b> .....	33

## 1. Introdução:

A Mata Atlântica é reconhecida por ser um dos 33 importantes hotspots mundiais, sendo uma das regiões prioritárias para os esforços globais de conservação devido à sua complexa biodiversidade (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2005). Devido à sua grande extensão latitudinal, compreende muitas zonas climáticas e, conseqüentemente, abrange diversas formações vegetacionais (MANTOVANI, 2003). Sendo a segunda floresta mais ameaçada do mundo (CAMPALI & PROCHNOW, 2006), a Mata Atlântica é constituída por um agregado de formações florestais nativas, como floresta estacional semidecidual e floresta estacional decidual, cada um com seu tipo específico de ecossistema (MMA, 2020). Com variações nos tipos de solos e na temperatura média do ar, apresenta grandes variações no relevo e nos regimes de chuva, contribuindo para a grande biodiversidade encontrada neste hotspot (SILVA & CASTELI, 2003).

Estima-se que a extensão original da Mata Atlântica é de aproximadamente 1.300.000 km<sup>2</sup>, correspondendo a 17% do território nacional que se estendia ao longo de 27 graus de latitude (4° a 32° S), com alcance internacional pertencendo também ao nordeste da Argentina e leste do Paraguai (METZGER, 2009; MMA, 2020). Entretanto, em consequência de sua ocupação e atividades humanas na região, explorada e substituída por diversas atividades econômicas, atualmente o domínio da Mata Atlântica está restrito a aglomerados de fragmentos florestais. Os poucos remanescentes de vegetação nativa constituem apenas 29% de sua cobertura original que se encontram em diferentes estágios de regeneração (MMA, 2020). Estima-se que apenas 2 a 8% da cobertura original encontra-se preservada (MMA/SBF 2000; MENEZES et al. 2007), sendo estas áreas fragmentadas e localizadas, em sua maior parte, nas regiões sul e sudeste do país.

Apesar da super exploração e além de deter 7% das espécies de plantas e 5% das espécies de vertebrados da Terra (CULLEN JR et al., 2000), a Mata Atlântica ainda possui a segunda maior concentração de biodiversidade das Américas, perdendo apenas para a floresta Amazônica, possuindo mesmo assim um número de espécies por unidade em área maior (THOMAS et al., 1998; MORELLATO & HADDAD, 2000). Mesmo sendo o bioma tropical melhor estudado, há novas espécies sendo descobertas e registradas por cientistas todos os anos.

Mundialmente os ecossistemas de água doce, representando apenas 0,01% da água do mundo, estão entre os mais diversificados e apresentam cerca de 140.000 espécies por unidade de volume de habitat, compactadas em menos de 2% da superfície global e representando 6% das espécies descritas (DUDGEON, 2015; REID et al. 2019).

Assim, os rios e riachos da Mata Atlântica demonstram tal diversidade, com aproximadamente 475 espécies de anfíbios, sendo 286 endêmicas e 350 espécies de peixes de água doce, sendo 133 endêmicas (MITTEMEIER et al., 2005).

As espécies e os ecossistemas de água doce estão cada vez mais ameaçadas por ações antropogênicas, incluindo principalmente alteração de habitat, poluição da água, pesca excessiva, desvio de rios, introdução de espécies exóticas, fragmentação e regulação de fluxo para expansão de terras agrícolas e urbanas (COOKE et al, 2013; ALBERT et al. 2020). Algumas destas ameaças estão presentes na Mata Atlântica em que remanescentes de fragmentos florestais estão ameaçados diante de diversos tipos de perturbações antrópicas, cujos corpos d'água ficam sujeitos a degradação causada pela perda da vegetação ripária, poluição, introdução de espécies exóticas, barramentos, dentre outras (MIRANDA, 2012). Ademais, o desmatamento ilegal de áreas de proteção ambiental para expansão urbana e agrícola contribui para o assoreamento e aporte de efluentes urbanos, rurais e industriais, muitas vezes contaminados, levando à eutrofização do ambiente aquático e a contaminação de suas espécies (ALBERT et al. 2020). Isso é um agravante para os animais que habitam ambientes aquáticos pois possuem alta dependência da floresta como controle da luminosidade incidente, turbidez, acidez, temperatura, fluxo de água e alimento (MENEZES et. al 2007).

Mesmo sendo ambientes extremamente diversos e possuírem uma fauna bastante endêmica, ainda são muito pouco estudados, com pouco foco em pesquisas básicas, fundamentais para entender o dinamismo dos ambientes de água doce. De acordo com Barreto & Aranha (2005), o interesse pelo estudo das comunidades nesses ambientes aquáticos só aumentou nos últimos 20 anos. Além disso, a biodiversidade de água doce está em declínio acentuado em muitas escalas. Para Albert et al. (2020), as populações de peixes que habitam rios, riachos e lagoas, desde as que abrangem climas tropicais quanto climas temperados, em diferentes zonas climáticas e latitudes, diminuíram drasticamente ao longo dos últimos anos. No caso da Mata Atlântica, os peixes de riacho são os menos conhecidos do público em geral. Por ocorrerem em ambientes aquáticos restritos, serem espécies pequenas (o que as torna pouco interessante para pesca), e possuírem hábitos tímidos e de coloração críptica, passam despercebidos aos olhos dos pesquisadores, que mesmo com equipamentos apropriados para captura, não conseguem coletar todas as espécies presentes num determinado trecho de rio ou riacho (OYAKAWA et al., 2006). Mesmo com conhecimento sobre a composição da ictiofauna das diferentes bacias hidrográficas brasileiras seja deficiente e irregular, o Brasil abriga grande parte desses peixes, com cerca de 43% dessa ictiofauna descrita (BUCKUP et al., 2007).

Nos riachos da Mata Atlântica, os peixes dependem da integridade da floresta para encontrar condições propícias para sua sobrevivência. A exploração de áreas florestais, mesmo que mínima, promove alterações no ecossistema, como a diminuição da oferta de alimentos, na exposição de espécies a predadores e na alteração no ciclo hídrico, que por sua vez implicam nas condições do habitat e, conseqüentemente, geram alterações na biodiversidade (OYAKAWA et al., 2006). Por serem pouco conhecidas e sofrerem tais pressões antrópicas, muitas espécies de peixes de água doce estão cada vez mais próximas da extinção. No território brasileiro, foram listadas 311 espécies de peixes de água doce ameaçadas de extinção em 2014 (ICMBio, 2014).

Inserido neste contexto, a espécie *Spintherobolus papilliferus* Eigenmann, 1911, conhecida pelo nome popular de piquira-cabeçada, é uma espécie ameaçada de extinção na Mata Atlântica, sendo uma das 819 espécies de peixes de água doce raros no Brasil (CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL, 2009) e classificada no Livro Vermelho (AKAMA et al, 2018) como Criticamente em Perigo (CR). Foi descrita por Eigenmann (1911) como um novo peixe caracídeo e anatomicamente incomum com dentes tricuspidados em única série no dentário, pré-maxilar e parte anterior do maxilar. Posteriormente, a presença de neuromastos superficiais dispostos em papilas na cabeça foi usada como uma das 14 sinapomorfias do gênero *Spintherobolus* que inclui também outras três espécies de pequenos caracídeos, todas ameaçadas de extinção: *S. ankoseion*, *S. broccae* e *S. leptoura* (WEITZMAN & MALABARBA, 1999).

Weitzman & Malabarba (1999) dividiram o gênero em duas linhagens sendo uma contendo apenas *Spintherobolus papilliferus* que é grupo-irmão de um clado com tricotomia contendo as demais espécies. *S. papilliferus* foi definida por Weitzman & Malabarba (1999) com base em cinco autapomorfias: (i) baixo número de raios ramificados na nadadeira anal (9-10), (ii) menor diâmetro orbital (18,4-26,0% do comprimento da cabeça, HL), (iii) maior comprimento do pedúnculo caudal (21,3-27,0% do comprimento padrão, SL), (iv) tamanho relativamente grande dos adultos (chegando até 60,8 mm SL) e (v) alto número de vértebras (35-36).

*Spintherobolus papilliferus* foi originalmente descrita de Alto da Serra, São Paulo (EIGENMANN, 1911), Serra de Paranapiacaba, localizado na bacia do Alto Rio Tietê. Cabe destacar que exemplares da espécie não são amostrados na localidade-tipo desde 1980 (AKAMA et. al 2018). Na década de 30 ela foi encontrada no Rio Ipiranga próximo ao centro da cidade de São Paulo (WEITZMAN & MALABARBA, 1999), local em que não está mais presente devido à total supressão do habitat. Entre as décadas de 60 e 90, ela foi amostrada de forma esparsa em outras localidades no entorno da Grande São Paulo (i.e., Salesópolis, Serra da Cantareira, Estação Biológica de Boracéia) e, mais recentemente, nas cabeceiras da bacia do Rio Itapanhaú, uma drenagem costeira do

município de Bertioga (Tabela 1). A ocorrência de *S. papilliferus* tem sido esporadicamente registrada nos riachos de Mata Atlântica com cobertura florestal nativa e presume-se estar ameaçada por ocupar áreas em que existem alterações de habitat pela expansão da cidade e poluição. De maneira geral, é encontrada em riachos rasos com fundos de areia, cascalho e serapilheira, com água variando de transparente a preta (AKAMA et al, 2018).

Em um recente estudo ecológico dos peixes das serranias costeiras do Rio Ribeira de Iguape, Cetra et al. (2020) registraram a ocorrência de *Spintherobolus papilliferus* (Figura 1) no Alto Rio Juquiá no município de Juquitiba, SP, um afluente de mais uma drenagem costeira de Mata Atlântica. Estes exemplares foram identificados com auxílio da chave fornecida por Weitzman & Malabarba (1999). Esta oportunidade se mostrou única por representar uma população ainda desconhecida desta espécie tão rara, servindo de base para uma caracterização detalhada do local em que foram encontrados e um estudo morfológico das populações conhecidas de *S. papilliferus* com base em dados merísticos e morfométricos. Além disso, a ampliação da área de ocorrência de *S. papilliferus* é discutida sob a luz do conhecimento biogeográfico da região e seu estado de conservação é atualizado visando fornecer subsídios para futuros planos de conservação da espécie.

## 2. Objetivos:

Contribuir com o conhecimento sobre *Spintherobolus papilliferus*, uma espécie rara e ameaçada de extinção.

Para alcançar o objetivo geral foram traçados 4 objetivos específicos no trabalho: (1) analisar exemplares coletados na bacia do Ribeira de Iguape sob ponto de vista morfológico através de dados merísticos e morfométricos; (2) comparar estes exemplares com exemplares de outras localidades depositados em museus; (3) estabelecer a área de ocorrência atualizada da espécie discutindo aspectos biogeográficos relevantes; (4) tecer comentários sobre o atual estado de conservação da espécie.

### 3. Materiais e Métodos:

#### 3.1. Área de Estudo:

A Bacia do Rio Ribeira de Iguape, localizada entre as coordenadas 23°45'S 46°45'W e 25°30'S 50°10'W está inserida nos Estados de São Paulo e Paraná. A coleta foi realizada no município de Jujutiba, São Paulo, sudoeste da região metropolitana de São Paulo, nas coordenadas 23°59'13.20"S 47° 0'10.80"W, pertencente à microbacia Juquiá-Guaçú em um dos riachos afluentes do rio Juquiá. O riacho pertence à região de floresta ombrófila densa do bioma Mata Atlântica e possui a cobertura vegetal nativa bem preservada. As temperaturas mínima, máxima e média no município de Jujutiba são, respectivamente, 16,4°C, 23,6°C e 20,3°C. De acordo com o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, a temperatura mínima verificada na região foi de 9,5°C e a máxima, 29,1°C. Usando escala de Koeppen como base, o clima é classificado como Cwa, apresentando verões úmidos e invernos amenos (CEPAGRI 2008).

A caracterização de parâmetros abióticos do riacho seguiu Teshima et al. (2015). A área de riacho onde os exemplares foram coletados (Figura 2) possui fundo raso com grande volume de serapilheira e água transparente. Possui 26 centímetros de profundidade média (desvio padrão = 12cm) e 6,80 metros de largura média (desvio padrão = 2,25 m). A velocidade da correnteza era de 0,1 m/s em média com desvio padrão de 0,036 m/s, sendo influenciada pela existência de uma queda d'água próxima da área de coleta. Também foram registrados diferentes tipos de substratos sendo registradas as seguintes proporções em relação ao total: folhas (21,53%); galhos e troncos (18,46%); areia (20%); silte (2,3%); cascalho (20,77%); seixo (0,8%); matacão (3,84%) e bloco (12,3%). As águas do riacho possuem pH de 6,19, condutividade de 0,037 mS/cm e 17,66°C de temperatura.

#### 3.2. Coleta:

Os peixes foram coletados (Licença nº SISBIO 13352-1/IBAMA/MMA e SMA 006.674/2018) nos dias 12 de setembro e 22 de novembro de 2019, utilizando-se peneiras e um aparelho de pesca elétrica (LR-24 ELECTROFISHER de SMITH-ROOT). Imediatamente após serem retirados da água, alguns indivíduos foram fotografados vivos em um aquário fotográfico com câmera Nikon D3200 e lente macro Mikro 60mm. Posteriormente, todos os exemplares foram eutanasiados com eugenol e preservados com formol 4% ou acondicionados em tubos Falcon com álcool 100% para, subsequentemente, serem transportados para o Laboratório de Ictiologia de Sorocaba

(LISO) na UFSCar *campus* Sorocaba. No laboratório, o material fixado em formol foi transferido para álcool 70% após 48 horas.

### 3.3. Análises Morfológicas:

Uma identificação preliminar dos exemplares foi feita com auxílio da chave fornecida por Weitzman & Malabarba (1999). Todos os exemplares inquestionavelmente entravam no passo de *Spintherobolus papilliferus* por causa da contagem de raios ramificados da nadadeira anal, sendo que alguns deles possuíam grande tamanho do corpo adicionalmente. Seis caracteres merísticos e 17 morfométricos foram obtidos dos oito exemplares coletados seguindo Fink & Weitzman (1974) do lado esquerdo dos exemplares sempre que possível. Medidas foram tomadas ponto-a-ponto com auxílio de paquímetro digital com precisão de duas casas decimais. Para os dados morfométricos, subunidades da cabeça são expressas como porcentagens do comprimento da cabeça e subunidades do corpo são expressas como porcentagens do comprimento padrão. Descritores estatísticos simples (número amostral, amplitude, média e desvio padrão) foram calculados para cada uma das medidas. Contagens foram feitas sob lupa estereomicroscópica Zeiss Discovery V20 e apresentadas através de sua amplitude associada ao número de cada contagem. A fotografia do exemplar fixado foi feita com este equipamento acoplado a uma câmera digital Axiocam Zeiss.

Para efeitos comparativos, dez exemplares provenientes de localidades do Alto Rio Tietê e sete exemplares do Rio Itapanhaú (drenagem costeira de Bertioga), provenientes da coleção de peixes do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) também foram examinados segundo os critérios estabelecidos acima. Os dados são apresentados em uma tabela separando as drenagens, e outra compilando os dados de todas as drenagens em comparação com os dados apresentados por Weitzman & Malabarba (1999). Uma análise preliminar destes dados envolvendo amplitudes e médias foi conduzida no software Mystat e evidenciou diferenças em três caracteres: altura do corpo, altura do pedúnculo caudal e diâmetro orbital. Assim, utilizou-se o software PAST para aplicação da análise de variância multivariada (MANOVA) para a comparação destes três caracteres entre exemplares das drenagens Ribeira, Costeira e Alto Tietê.

A lista de material comparativo examinado segue a ordem acrônimo com número de catálogo, número de exemplares examinados, amplitude de comprimento padrão (mm SL), localidade, data de coleta e coletor: MZUSP 39080, 6, 18.5-61.1 mm SL, Ribeirão Curiango, afluyente do Rio Claro, Estação Biológica de Boracéia, Salesópolis, 11/09/1988, O. Froehlich; MZUSP 63135, 1, 21.4 mm SL, Riacho da Cachoeira do Engordador, Parque Estadual da Cantareira - Núcleo do Engordador, São Paulo, Data de Coleta desconhecida, Equipe MZUSP/Uniban; MZUSP 72837, 3, 48.7-57.4 mm SL, último

ribeirão cruzando a estrada antes da cidade de Paranapiacaba, 20/03/1980, Ricardo M. C. Castro; MZUSP 119089, 7, 20.9-46.5 mm SL, afluente do Rio Sertãozinho, bacia do Rio Itapanhaú, Bertioga, 29/08/2015, Equipe LAPEC (Tabela 1).

## 4. Resultados:

### 4.1. Análise Morfológica

As variáveis morfométricas de *Spintherobolus papilliferus* estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3. Ademais, tais variáveis também são classificadas de acordo com sua área de coleta, sendo elas Ribeira, Costeira (Bertioga) e Alto Tietê (Tabela 2). Para a diagnose de *S. papilliferus* coletada na bacia do Rio Ribeira, foram utilizadas 4 das 5 autapomorfias: (1) quantidade de raios ramificados na nadadeira anal; (2) diâmetro do olho, sendo os olhos da espécie os menores do gênero; (3) o tamanho do indivíduo em sua fase adulta; (4) o comprimento do pedúnculo caudal de *S. papilliferus* é longo.

A distribuição de frequências das contagens de números de raios ramificados na nadadeira dorsal, peitoral, pélvica, anal e caudal de *Spintherobolus papilliferus* são apresentadas nas Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 respectivamente, para cada grande drenagem analisada neste estudo. Na Tabela 9 é apresentada a distribuição de frequências dos números de escamas perfuradas na linha lateral de *Spintherobolus papilliferus* para cada drenagem analisada neste estudo.

Os exemplares analisados no presente estudo não tiveram o número de vértebras determinado. Para definir a espécie através do ponto de vista morfológico é recomendado que em futuros estudos seja realizada a contagem das vértebras utilizando-se os métodos de diafanização, radiografia ou tomografia computadorizada (CT-Scan) dos exemplares coletados nas localidades do Ribeira, Bertioga e Alto Tietê.

### 4.2. Análise de variância multivariada (MANOVA)

A análise de variância multivariada (MANOVA) aplicada às três variáveis (diâmetro do olho, altura do corpo e altura do pedúnculo caudal) nos três grupos do Ribeira, Costeira e Tietê foi significativa (Wilk's lambda = 0.19; F = 8.18; p = 0.000001). Ao comparar os p-valores das três populações duas-a-duas foram obtidos os seguintes resultados: Tietê-Costeira = 0.0578; Ribeira-Costeira = 0.0015 e Ribeira-Tietê = 0.0004 (Tabela 10). A comparação duas-a-duas revelou diferenças significativas entre as populações da drenagem do Ribeira e as demais populações das drenagens Costeira e Tietê, onde os valores foram inferiores a 0,05 quando é usado um nível de significância de 5%. O gráfico mostra os resultados da MANOVA sendo representadas as populações do Ribeira (preto), Costeira (vermelha) e Tietê (azul) (Figura 3).

### 4.3. Expansão da área de ocorrência

Os primeiros exemplares de *Spintherobolus papilliferus* foram coletados pelo pesquisador John D. Haseman em 1907, no Alto da Serra, cabeceiras do Rio Tietê, São Paulo, e descritos por Eigenmann (1911). Atualmente, existem registros da espécie em quatro regiões distintas do Alto Rio Tietê, todas no entorno da região metropolitana de São Paulo (Figura 4), além de um recente registro no Alto Rio Itapanhaú em Bertioga e a ocorrência descrita aqui, no Alto Rio Juquiá, bacia do Rio Ribeira de Iguape. Isso permite uma revisão sobre a distribuição da espécie e descarta a hipótese de que *S. papilliferus* seria endêmica das cabeceiras do Alto Rio Tietê. A espécie foi registrada nas cidades de Paranapiacaba, Salesópolis e São Paulo, além de Bertioga e, como descrito neste trabalho, na cidade de Jucituba. Sua ocorrência abrange então três bacias hidrográficas do estado de São Paulo: bacia do Alto Rio Tietê, uma bacia costeira de Bertioga e a bacia do Rio Ribeira de Iguape, mais especificamente a microbacia Juquiá-Guaçu.

## 5. Discussão:

### 1. Análises morfológicas

**Diagnose.** As variáveis morfométricas dos exemplares coletados nas três localidades distintas (Ribeira, Bertioga e Tietê) foram utilizadas na diagnose de *Spintherobolus papilliferus*, em combinação com chave dicotômica elaborada por Weitzman & Malabarba (1999). Foram utilizadas quatro autapomorfias para definir os exemplares como pertencentes à espécie em questão.

#### 1.1. Autapomorfias

(1) contagem do número de raios ramificados na nadadeira anal:

Os exemplares coletados no Alto Ribeira, Bertioga e Alto Tietê apresentaram moda de 9 raios ramificados na nadadeira anal, com apenas 2 indivíduos apresentando 10 e apenas um exemplar coletado em Bertioga com 8 raios ramificados (Tabela 7). De acordo com a chave elaborada por Weitzman & Malabarba (1999), *Spintherobolus papilliferus* possui um baixo número de raios ramificados em sua nadadeira anal, variando entre 9 e 10 raios ramificados (n= 29-32).

(2) diâmetro orbital:

O Alto Ribeira apresentou indivíduos com maior diâmetro orbital (23.2-32.7%, média = 27.4%, dp = 1.8) enquanto que no Alto Tietê foi constatado o menor diâmetro (18.6-28.8%, média = 22.6, dp = 2.7) dentre os exemplares das três áreas estudadas (Tabela 2). Apesar da diferença sutil do diâmetro orbital entre os exemplares destas duas localidades, vemos grande sobreposição dos dados morfométricos apresentados, principalmente quando exemplares do Rio Itapanhaú são incluídos (22.2-30.4%, média = 26.6, dp = 2.9). No trabalho de Weitzman & Malabarba (1999), focado apenas em exemplares provenientes do Alto Tietê, *Spintherobolus papilliferus* apresentou o menor diâmetro orbital no gênero, variando entre 18.4-26.0% do comprimento da cabeça (média = 21.3%, n= 29-32) (Tabela 3), uma amplitude e média que estão de acordo com o observado aqui para os exemplares do Alto Tietê. Esta informação será explorada com maior detalhe à partir do teste de MANOVA, abaixo.

(3) comprimento do pedúnculo caudal:

Nos exemplares coletados no Ribeira, em Bertioga e Alto Tietê as amplitudes foram de 26.1-30.5% (média = 28.1, dp = 1.8), 26.5-31.9% (média = 29.2, dp = 2.1) e

24.5-33.0% (média = 27.0, dp = 2.3) respectivamente (n= 24-25) (Tabela 2). Novamente há uma diferença sutil entre os dados levantados por Weitzman & Malabarba (1999) e os apresentados neste trabalho, porém ainda há grande sobreposição entre os resultados. A espécie *Spintherobolus papilliferus* possui o maior comprimento caudal dentre o gênero, variando entre 21.3-27.0% do comprimento do corpo nos exemplares analisados por Weitzman & Malabarba (1999) (Tabela 3). Mesmo com a sutil diferença entre os dados de Weitzman & Malabarba (1999) e os apresentados aqui, o maior comprimento relativo do pedúnculo caudal de *S. papilliferus* continua valendo pois os exemplares estudados no presente trabalho apresentam valores um pouco maiores do que aqueles evidenciados por Weitzman & Malabarba (1999).

#### (4) tamanho dos adultos;

Os adultos de *Spintherobolus papilliferus* apresentam tamanho relativamente grande dentre o gênero, chegando até 61.1 mm de comprimento. Nas análises de Weitzman & Malabarba (1999) os exemplares apresentaram tamanhos mínimos de 16.7 mm e máximos de 60.8 mm (Tabela 3). Os exemplares do Ribeira e de Bertioga são particularmente menores que os do Alto Tietê e aparentemente menores que a autapomorfia proposta por Weitzman & Malabarba, apresentando comprimento total do corpo variando entre 26.7-39.3 mm (Ribeira) e 20.9-45.5 mm (Bertioga). Os exemplares do Alto Tietê variaram entre 18.5-61.1 mm (Tabela 2). No entanto, os exemplares coletados nas localidades Ribeira, Bertioga e Alto Tietê não tiveram os sexos e idades determinadas, o que impede inferir que os exemplares do Ribeira e Bertioga são significativamente menores que os do Alto Tietê. As amostras do Ribeira e de Bertioga podem ser constituídas exclusivamente de exemplares imaturos.

### 1.2. Demais caracteres

Conforme o esperado, todos os exemplares *Spintherobolus papilliferus* coletados nas três bacias (n= 25), bem como aqueles estudados por Weitzman & Malabarba (1999), apresentaram moda de 9 raios ramificados na nadadeira dorsal (Tabela 4). Este número é bem constante na família Characidae e variações delimitam subfamílias diferentes (e.g., Géry, 1977; van der Sleen et al., 2018).

Quanto à distribuição de raios ramificados na nadadeira peitoral, os exemplares das três bacias apresentaram números mínimos de 10 e máximo de 13 raios ramificados (n= 23, moda = 11) (Tabela 5). Estes valores se encontram estritamente relacionados aos observados por Weitzman & Malabarba (1999), em cujo estudo também observaram variação entre 10-13 raios ramificados na nadadeira peitoral com média de 11,1 raios (n= 20).

Os exemplares coletados no Ribeira, Bertioga e Alto Tietê em sua grande maioria apresentaram 6 raios ramificados na nadadeira pélvica ( $n= 25$ ,  $Mo= 6$ ) bem como os estudados por Weitzman & Malabarba (1999) que apresentaram média de 5,8 variando entre 5 e 6 raios ramificados (Tabela 6).

Novamente como previsto, o número de raios da nadadeira caudal de *Spintherobolus papilliferus* provenientes das três drenagens (Ribeira, Bertioga e Alto Tietê) foi bem próximo à média de 18,9 raios apresentadas por Weitzman & Malabarba (1999). Os exemplares analisados por Weitzman & Malabarba (1999) apresentaram em sua nadadeira caudal 10 raios no lobo superior e 9 raios no lobo inferior (10,9) e apenas um exemplar com 9 raios no lobo superior e 9 raios no inferior (9,9) ( $n= 28$ ). Em comparação, os exemplares das três drenagens apresentaram em sua grande maioria indivíduos com 10 raios no lobo superior e 9 raios no lobo inferior (i,9,8,i), havendo apenas um indivíduo 9,7 (Ribeira), um indivíduo 10,7 (Bertioga) e um indivíduo 10,8 (Alto Ribeira) ( $n= 23$ , moda = 10 raios no lobo superior e 9 raios no lobo inferior).

Ao analisar os exemplares provenientes das três drenagens vemos que em sua grande maioria foram contabilizadas 5 escamas perfuradas na linha lateral de *Spintherobolus papilliferus*, variando de 3 até 6 escamas perfuradas ( $n= 23$ , média = 4,7, moda = 5) (Tabela 9), compatível com os dados apresentados por Weitzman & Malabarba (1999) ( $n= 19$ , média = 4,6).

Ademais, além de observarmos uma pequena discordância entre os dados morfométricos obtidos no presente estudo e no estudo de Weitzman & Malabarba (1999) em 3 das 4 autapomorfias, foram registradas variações morfométricas na altura corporal e altura do pedúnculo caudal entre os exemplares coletados no Alto Ribeira e os exemplares de Bertioga e Alto Tietê. Os exemplares de Bertioga e Alto Tietê examinados apresentaram altura corporal de 28.1-33.4% SL ( $n= 7$ , média = 29.4%) e 26.8-32.3% SL ( $n= 9-10$ , média = 29.6%), respectivamente. Quanto à altura do pedúnculo caudal foram conferidas 12.4-16.2% SL ( $n= 7$ , média = 14.0%) nos exemplares de Bertioga e 12.8-15.4% SL ( $n= 9-10$ , média = 14.1%) nos exemplares do Alto Tietê (Tabela 2). Comparativamente, os exemplares do vale do Ribeira apresentaram altura corporal de 23.7-28.9% SL ( $n= 8$ , média = 25.5%) e altura do pedúnculo caudal de 9.8-12.7% SL ( $n= 8$ , média = 11.0%), sendo relativamente mais baixos dorso-ventralmente do que os exemplares pertencentes à cabeceira do Rio Itapanhaú (Bertioga) e do Alto Tietê. Já os exemplares analisados no trabalho de Weitzman & Malabarba (1999) apresentaram altura corporal de 26.4-32.2% e altura do pedúnculo caudal 11.4-15.8% ( $n= 29-32$ ) (Tabela 3). Dado que Weitzman & Malabarba (1999) só analisaram exemplares do Alto

Tietê, estes valores estão de acordo com o observado no presente estudo para esta drenagem.

Ao aplicarmos a análise de variância multivariada (MANOVA) para as três variáveis diâmetro do olho, altura do corpo e altura do pedúnculo e compararmos duas-a-duas, a discordância entre as populações do Ribeira e das demais drenagens Costeira e Alto Tietê é evidenciada, sendo possível perceber diferenças significativas nestes caracteres entre os exemplares coletados no Alto Ribeira e os coletados nas drenagens Costeira e Alto Tietê (Tabela 10). Os resultados comparados duas-a-duas entre Ribeira-Tietê (0.0004) e Ribeira-Costeira (0.0015) são bem menores do que o nível de significância estabelecido em 5%, diagnosticando a diferença entre as populações. Já comparando as drenagens Costeira e Tietê duas-a-duas o resultado foi de 0.0578, estando acima do nível de significância de 5% e, portanto, não apresentando diferenças significativas nestes 3 caracteres analisados.

Uma hipótese para justificar a menor altura do corpo e do pedúnculo caudal destes exemplares é que a região do Alto Ribeira apresenta rios e riachos com abundância de quebras verticais. A presença de cachoeiras em rios e riachos por si só é capaz de aumentar a velocidade da correnteza, servindo provavelmente como pressão seletiva sobre a altura do corpo e do pedúnculo caudal na população de *Spintherobolus papilliferus* deste habitat.

Autores como Watson & Balon (1984) e Dunn et al. (2020) sugeriram que as variações no tamanho corpóreo em algumas espécies de peixes de água doce estão intrinsecamente relacionadas ao tipo de habitat em que estão inseridas e ao tipo de hábito alimentar que apresentam. Nikolski (1933) sugeriu que a altura relativa do corpo seja inversamente proporcional à velocidade da água do habitat. Neste contexto, Astudillo-Clavijo et al. (2015) encontraram um padrão de forma corpórea em que as espécies de corpo mais alongado (fusiforme) representavam indivíduos com hábitos ativos, predadores e/ou reofílicos.

Não está descartada, no entanto, a possibilidade da população do Ribeira representar uma nova espécie para a Ciência. Uma abordagem molecular envolvendo as diferentes populações de *Spintherobolus papilliferus* e amostras das demais espécies do gênero é de grande importância para a confirmação dos exemplares como pertencentes à espécie em questão, visto que há diferenças morfológicas significativas, contribuindo muito para as futuras análises taxonômicas do gênero.

## 2. Biogeografia

### 2.1. História geológica das bacias de ocorrência de *Spintherobolus papilliferus*:

#### 2.1.1. Bacia do Rio Ribeira de Iguape:

O registro mais recente da espécie foi descrito na bacia do Rio Ribeira de Iguape, microbacia Juquiá-Guaçu, no Alto Rio Juquiá (Figura 4). A região do Vale do Rio Ribeira de Iguape flanqueia o sudeste da Serra de Paranapiacaba e abrange em sua parte paulista os municípios de Apiaí, Iguape, Juquitiba, Juquiá, Pariquera-Açu e Registro e a cidade de Rio Branco Paulista no Estado do Paraná. Na maior parte da bacia do Rio Ribeira de Iguape o relevo é montanhoso e as amplitudes topográficas alcançam até 1300 metros de altitude (CAMARGO et. al., 1987). O relevo da bacia do Rio Ribeira de Iguape apresenta macro-compartimentos geomorfológicos distintos e que variam desde morros que correspondem aos da superfície de cimeira regional, morros fortemente dissecados dos níveis intermediários da Serra do Mar, até a depressão do baixo Ribeira onde há uma depressão tectônica, além de alcançar a planície costeira marinha e fluvial (ROSS, 2002). De acordo com Ross (2002), geomorfológicamente, a região pode ser dividida em sete unidades de relevo, sendo quatro em terras altas e três em terras baixas. Além disso, comumente, é dividida em três regiões: baixo, médio e alto vale.

A área de ocorrência de *Spintherobolus papilliferus* é localizada no Alto Ribeira, sendo uma região com grande presença de quebras verticais pois pertence a uma zona de contato entre litologias de diferentes resistências à erosão, composta por planaltos e corredeiras (CAMARGO et. al., 1987). Além disso, o Alto Ribeira constitui um ambiente montanhoso com topos nivelados nos divisores principais em torno dos 900 metros, com setores mais elevados que atingem entre 1000-1100 metros, geralmente mantidos por rochas metamórficas mais resistentes como o quartzito, apresentando morfologia de cristas alongadas e contínuas ou massas intrusivas graníticas, que se estendem por grandes áreas (ROSS, 2002).

A origem da bacia do Rio Ribeira de Iguape ocorreu com a formação geológica da faixa costeira do Estado de São Paulo, composta de xistos e filitos (rochas menos resistentes aos efeitos da erosão), o que possibilitou que a drenagem próxima ao Atlântico recuasse profundamente para o interior do continente através das atuais bacias dos rios Ribeira de Iguape, Juquiá e seus afluentes que, antes de tal processo, eram vales (VILLWOCK, 1987). As rochas das falhas reativadas e mesmo das zonas de

cisalhamento antigas, devido à baixa resistência à erosão diferencial, predominam nesta rede de drenagem (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998).

### **2.1.2. Bacias costeiras do Estado de São Paulo:**

Os exemplares coletados no município de Bertioga (Figura 4), a aproximadamente 100 km de distância da localidade-tipo, pertencem à bacia do Rio Itapanhaú, outra drenagem costeira do Estado de São Paulo e, assim como todas as bacias hidrográficas do litoral paulista (exceto do rio Ribeira do Iguape), são drenadas devido à dois compartimentos geológicos diferentes: escarpas da Serra do Mar que compõem o Planalto Atlântico, e a planície costeira.

Diferente da formação geológica da bacia do Rio Ribeira de Iguape, a Serra do Mar é formada por rochas mais resistentes e, por isso, foram desenvolvidas planícies costeiras e bacias hidrográficas menores (ROSS, 2002). Geralmente, as cabeceiras dos rios que possuem sua nascente na Serra do Mar têm origem no embasamento ígneo-metamórfico Pré-Cambriano ou Mesozóico. Tais rios, após deixarem as escarpas da Serra do Mar, penetram na planície costeira com declividades muito baixas, formada por depósitos sedimentares quaternários, tanto de origem marinha, quanto fluvial e lagunar (SOUZA, 2007).

### **2.1.3. Bacia do Alto Tietê:**

Diferente da cordilheira dos Andes em que a cadeia montanhosa foi soerguida devido à ação orogênica de choques entre placas marítimas e continentais, a Serra do Mar é uma escarpa continental soerguida, fruto da separação continental que subdividiu o supercontinente Gondwana e resultou na abertura do Oceano Atlântico. Tal soerguimento, responsável por expor rochas muito antigas da Falha de Santos, deu início à formação do sistema montanhoso da Serra do Mar, ocorrendo provavelmente durante o Paleoceno (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998).

De acordo com Alves (1981), existe um proeminente falhamento entre a zona de charneira que limita a parte profunda da Bacia de Santos e a linha-de-costa, conhecido como a Falha de Santos. Alguns autores sugerem que esta falha tenha sido formada por processos ativos no Cenozóico e talvez desde o final do Mesozóico, originando as atuais serras do Mar e da Mantiqueira. Ou seja, é possível traçar uma hipótese em que a atual Serra do Mar tenha surgido na Falha de Santos como resultado de abatimentos do planalto durante o magno evento tectônico iniciado no Paleoceno (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998).

O relevo e a evolução da Serra do Mar contribuíram intimamente para a origem da bacia do Rio Tietê, afinal a nascente deste grande rio paulista está localizada no município de Salesópolis. Ou seja, biogeograficamente, as espécies da bacia do Rio Tietê devem sua distribuição à evolução geológica das escarpas festonadas que compõem a Serra do Mar. Além disso, a Serra do Mar ocupa grande porção da bacia do Alto Rio Tietê, área de amostragem de exemplares de *Spintherobolus papilliferus* (Figura 4).

A bacia do Alto Tietê abrange as porções do rio Tietê em sua nascente (município de Salesópolis) até a barragem de Rasgão (município de Pirapora do Bom Jesus). Os principais rios desta bacia são: Pirajussara, Cotia, Pinheiros e Juqueri. Ainda, de acordo com AB'SABER (2004), a arenização das colinas e morros de uma boa parte da Bacia do Alto Tietê resultaram na decomposição de rochas e formação de areia, que foram transportadas das cabeceiras pelos rios e acumularam nas planícies da época, dando origem então as planícies aluviais ou planícies de inundação dos rios Pinheiros e Tietê, além de seus principais afluentes. Tal processo contribuiu para a formação de solos e patamares intermediários, que hoje em dia podem ser encontrados entre 745 e 760 metros, além de colinas que podem alcançar até 820 metros.

## **2.2. Biogeografia da região entre o escudo cristalino e drenagens costeiras:**

As grandes bacias hidrográficas brasileiras, com suas complexas redes fluviais e com sua enorme biodiversidade, são resultado de pelo menos quatro grandes ciclos orogênicos que moldaram o relevo ao longo de eras geológicas. Isto é, quatro grandes fusões e quatro grande rupturas continentais, além do contínuo processo orogênico da formação da Serra do Mar, criaram ambientes propícios para o desenvolvimento de uma fauna ictiológica única e diversa (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; LIMA; RIBEIRO; MENEZES, 2011).

Dentre os ciclos orogênicos que afetaram e resultaram na atual estrutura geológica do continente sul-americano, dois possuem papel muito importante para o desenvolvimento geológico da atual paisagem não só brasileira, mas também do continente sulamericano e, por consequência, de sua biogeografia. Os dois processos geológicos são: ciclo Brasileiro e ruptura do supercontinente Pangeia.

O ciclo Brasileiro (ou Pan-Africano) foi o evento no qual cadeias montanhosas foram formadas pelo choque entre o continente americano e o continente africano, gerando uma bacia sedimentar conhecida como cinturões orogenéticos antigos. Já a ruptura do supercontinente Pangeia, evento no qual os continentes africano e sul-americano se separaram completamente entre 98 e 93 milhões de anos atrás (Cesero &

Ponte, 1997), ocasionou a separação que dividiu o supercontinente Gondwana e culminou na abertura do Oceano Atlântico.

Posteriormente à separação da Gondwana, inúmeras falhas geológicas mais antigas foram reativadas em pulsos descontínuos que perduraram ao longo de dois períodos geológicos, iniciando os primeiros pulsos durante o Cretáceo e encerrando durante o Terciário. Simultaneamente com o término da reativação das falhas geológicas antigas e do desmembramento completo da Gondwana, começou a história das drenagens dos rios independentes do Atlântico Sul e, conseqüentemente, a evolução das drenagens costeiras sul-americanas (RIBEIRO, 2006). Muitas das drenagens alocaram o leito de seus rios ao longo dos sistemas de falhas geológicas pré-cambrianas, tais como o Rio Paraíba do Sul, que tem o seu curso ao longo de falhas geológicas antigas, bem como outros, que também aproveitaram falhas geológicas, porém estas mais suscetíveis à erosão para desenvolver suas redes de drenagem, que é o caso do Rio Ribeira de Iguape (LIMA; RIBEIRO; MENEZES, 2011).

No caso do vale do Rio Ribeira de Iguape, região onde foram coletados os exemplares analisados neste trabalho, não há evidências de quando o vale por onde corre o Rio Ribeira de Iguape foi aberto, interrompendo a continuidade da Serra do Mar. Porém, como citado em tópicos anteriores, sabe-se quais foram as condições geomorfológicas que levaram à formação desta paisagem. Atualmente, também não existem dados precisos que descrevam o período de especiação do gênero *Spintherobolus*, que contribuiria com informações preciosas para compreender o tempo de evolução geológica das bacias do Estado de São Paulo, além de entender a evolução biogeográfica do gênero. A aplicação de técnicas de relógio molecular certamente trariam uma luz sobre esta questão.

Para Weitzman e Malabarba (1999) a distribuição do gênero *Spintherobolus* era um enigma, visto que a biogeografia cladística dos peixes do Rio Tietê, de outras drenagens do alto Rio Paraná e dos riachos costeiras da região da Mata Atlântica ainda eram desconhecidas. Porém, num estudo mais recente sobre a tectônica e a biogeografia da ictiofauna das drenagens costeiras do Brasil, no qual padrões biogeográficos relevantes são relacionados entre as ictiofaunas de água doce no escudo cristalino brasileiro e nas drenagens costeiras do Atlântico, o gênero *Spintherobolus* foi relacionado ao padrão biogeográfico “intermediate history” (= Padrão B), definido pelas relações entre grupo-irmãos presentes em ambas regiões (escudo cristalino e drenagens costeiras) (RIBEIRO, 2006). Ainda segundo este autor, a ocorrência de fósseis datados de outros gêneros (*Scleromystax*, por exemplo) e que também pertencem ao padrão biogeográfico “intermediate history”, corrobora os indícios da ocorrência de pelo menos

um evento cladogenético durante o Terciário, provavelmente durante o Paleoceno (RIBEIRO, 2006).

No caso das espécies *Spintherobolus ankoseion*, *S. broccae* e *S. leptoura*, pertencentes ao clado irmão de *S. papilliferus*, são conhecidas por estarem amplamente distribuídas ao longo dos rios costeiros entre a Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro, e as planícies ao redor de Santos, São Paulo (no caso da *S. broccae*); terras baixas ao redor do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo (*S. leptoura*); e as baixadas ao redor da Baía de Paranaguá, Paraná, ao sul até as baixadas ao redor da Barra do Saí, norte de Santa Catarina (*S. ankoseion*) (WEITZMAN & MALABARBA, 1999). Sendo assim, todas essas espécies ocorrem nas drenagens costeiras do Atlântico.

Como visto no presente estudo, no entanto, *Spintherobolus papilliferus* não está restrita à drenagem do Alto Rio Tietê como era hipotetizado até recentemente (e.g., WEITZMAN & MALABARBA, 1999; RIBEIRO, 2006; MATTOX, 2008), mas também ocorre em duas bacias hidrográficas geograficamente isoladas. Atualmente as áreas de ocorrência de *S. papilliferus* não apresentam conexão para que ocorra a dispersão da espécie. No entanto, Ribeiro et al. (2006) forneceram evidências ictiológicas e geológicas para um evento biogeográfico muito interessante e relativamente recente na história evolutiva destas bacias: a captura de cabeceiras. Neste estudo, os autores demonstraram que a ictiofauna da parte alta do Rio Guaratuba é mais relacionada à fauna de peixes das drenagens do Alto Rio Tietê, embora o Rio Guaratuba seja um riacho costeiro atualmente. A explicação para tal fenômeno reside em eventos neotectônicos recentes que reativaram antigas falhas e fizeram com que partes das cabeceiras do Rio Tietê localizadas na Serra do Mar fossem desviadas para novos cursos fluindo diretamente para o oceano (RIBEIRO et al., 2006). Este fenômeno pode ser o responsável, também, pela presença de *Spintherobolus papilliferus* nas porções altas de alguns riachos costeiros como o Rio Itapanhaú e o Rio Juquiá-Guaçu. Uma abordagem molecular envolvendo as diferentes populações de *Spintherobolus papilliferus* e amostras das demais espécies do gênero seria o cenário perfeito para se testar essa hipótese no contexto da história geológica destas bacias.

### **3. Conservação de Riachos.**

A qualidade das águas muitas vezes é influenciada pelo uso e ocupação do solo, tendendo a apresentar melhores condições em áreas ocupadas por vegetação nativa e com baixa densidade populacional. Em contrapartida, processos de desmatamento, adensamento populacional e expansão urbana desordenada, acabam por aumentar a produção de resíduos sólidos e aumentando o fluxo de esgoto, interferindo na qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis. Áreas preservadas como as de Mata

Atlântica próximas a regiões urbanas tendem a sofrer pressão antrópica (MYERS et al., 2000), que por sua vez acabam acentuando a degradação de rios e córregos causada pela perda de vegetação ripária, poluição química e orgânica, represamentos e introdução de espécies exóticas (OYAKAWA et al., 2006).

Ademais, rios de pequena ordem como pequenos riachos apresentam normalmente uma baixa riqueza específica, sendo ambientes com maior susceptibilidade a perda de espécies e redução da diversidade ocasionada pela urbanização nos entornos, trazendo alterações no regime hidrológico (CUNICO et al., 2006).

Autores como Karr (1981) e Cetra et al. (2010) apontam a necessidade de manter riachos preservados e enfatizam a utilização de comunidades como indicadores do estado de conservação desses ambientes, permitindo inferir o grau de equilíbrio entre os componentes do ecossistema através do estudo das espécies desse ecossistema. Karr (1981) também destaca que a utilização de comunidades de peixes como indicadores biológicos está inerentemente relacionada ao conhecimento sobre ictiofauna da região. No entanto, Castro & Menezes (1998) e Menezes et al. (2007) citaram a precariedade de estudos envolvendo a ictiofauna neotropical, diferente da ictiofauna de regiões temperadas, onde já existe uma gama de estudos que dão suporte à utilização das comunidades de peixes como bioindicadores do estado de preservação da paisagem. Mazzoni et al. (2000) enfatizaram a necessidade de estudos mais acurados sobre a ocorrência e a biologia das diferentes espécies de peixes que compõem a ictiofauna de riachos de Mata Atlântica, em virtude da pouca quantidade de informações acerca das populações naturais.

Além disso, para Castro (1999) e Castro & Polaz (2020) os peixes de pequeno porte que habitam os riachos brasileiros possuem um elevado grau de endemismo e apresentam ocupação de micro-habitats muito específicos, o que reforça ainda mais a necessidade de estabelecer estratégias para a conservação destes ambientes únicos e dessas espécies tão raras. Ainda segundo o autor, o grau elevado de endemismo é resultante da pequena capacidade de deslocamento destas espécies que, na maior parte dos casos, realizam poucas ou quase nenhuma migração durante todo seu ciclo de vida, mantendo-se isoladas e servindo de facilitador para especiação alopátrica.

Vale salientar que os esforços de conservação não devem focar somente na área de ocorrência da espécie e sim considerar os processos que ocorrem ao longo de toda a bacia hidrográfica. Segundo Abell et al. (2007) a preservação de áreas de cabeceiras é vital para a manutenção das bacias hidrográficas, uma vez que a

degradação desta área afeta todo o curso d'água, gerando impactos ambientais sistemáticos.

Atualmente, a área onde ocorreu a coleta dos exemplares pertencentes ao Alto Ribeira no município de Jujutiba, SP, mantém a vegetação nativa de floresta ombrófila densa do bioma Mata Atlântico preservada no entorno do riacho afluente do rio Juquiá. A área é legalmente amparada pela Lei de Proteção a Vegetação Nativa (LEI 12.651/2012), sendo considerada Área de Proteção Permanente (APP) que estabelece o dever na preservação de recursos hídricos e a paisagem em seu entorno. No entanto, a área de ocorrência da espécie em extinção *Spintherobolus papilliferus* no Alto Ribeira não se encontra sob a proteção legal de uma Unidade de Conservação (UC).

A criação e fiscalização de Unidades de Conservação é uma forma de conservação da diversidade ictiológica de rios e riachos. No entanto, deve-se lembrar que as medidas de conservação precisam considerar a complementaridade dos habitats e sua conectividade (Albert et al. 2007). Sendo assim, o monitoramento e a criação de UCs que visem proteger espécies nativas, principalmente espécies endêmicas, são medidas importantes para a conservação da ictiofauna neotropical única dos riachos de Mata Atlântica.

Além disso, em um recente estudo, Cetra et al. (2020) demonstraram a alta endemidade da bacia do rio Ribeira de Iguape e uma alta diversidade beta da ictiofauna, registrando a ocorrência de espécies ameaçadas de extinção e, supostamente, de novos táxons nos riachos estudados, reforçando ainda mais a preocupação com a ictiofauna e necessidade da conservação dessa região.

## 6. Referências Bibliográficas.

- AB'SABER, A. N. O solo de Piratininga. In: BUENO, E. (Ed). **Os nascimentos de São Paulo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004. p. 23-51.
- ALBERT, J. S.; DESTOUNI, G.; DUKE-SYLVESTER, S. M.; Magurran, A. E.; Oberdorff, T.; Reis, R. E.; Winemiller; K. O.; Ripple, W. J. Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis. *Ambio*, Estocolmo, v. 50, p. 85–94, 2021.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. DAL R. ORIGEM E EVOLUÇÃO DA SERRA DO MAR. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135–150, 1998.
- ALVES, E.C. Estrutura da margem continental brasileira e das áreas oceânicas e continentais adjacentes. In: PETROBRÁS. Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira, e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais; relatório final. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/CENPES/ DINTEP. 1981, p. 187-269.
- ASTUDILLO-CLAVIJO, V.; ARBOUR, J. H. ; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H. Selection towards different adaptive optima drove the early diversification of locomotor phenotypes in the radiation of Neotropical geophagine cichlids. *BMC Evolutionary Biology*, Londres, v.15, n.77, p. 1- 13, 2015.
- BARRETO, A.P.; ARANHA, J.M.R. Assembléia de peixes de um riacho de Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v. 27, n. 2, p. 153-160, 2005.
- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamento pedológico no Brasil. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência de Solo*, Campinas, v.12, n.1, p. 11-33, 1987.
- CAMPANILI, M; PROCHNOW, M. Mata Atlântica: uma rede pela floresta. Brasília: RMA, 322p, 2006.
- CASTRO, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 4. p. 139-155, 1999.
- CASTRO, R. M. C.; POLAZ, C. N. M. Small-sized fish: the largest and most threatened portion of the megadiverse neotropical freshwater fish fauna. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 20, n. 1, e20180683, 2020.
- CEPAGRI. Centro de Pesquisa Meteorológica e Climática Aplicada à Agricultura. 2008. <[http://www.cpa.unicamp.br/outras\\_informacoes\\_clima\\_muni\\_299.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras_informacoes_clima_muni_299.html)> Último acesso em: 04 de março de 2020.
- CETRA, M.; MATTOX, G.; ROMERO, P.B.; ESCOBAR, S. H.; GUIMARÃES, E. A.; TURIN, R. A. F. Ichthyofauna from “serranias costeiras” of the Ribeira de Iguape River basin, Southeast Brazil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 20, n. 4, e20200994, 2020 .

CETRA, M.; SARMENTO-SOARES, L. M.; MARTINS-PINHEIRO, R. F. Peixes de riachos e novas unidades de conservação no sul da Bahia. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, Rio Claro, v. 5, n. 1, p. 11–21, 2010.

CESERO, P.; PONTE, F.C. Análise comparativa da paleogeologia dos litorais atlânticos brasileiro e africano. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v.11, n.1, p. 1-18, 1997.

COOKE, S. J. et al. Failure to engage the public in issues related to inland fishes and fisheries: Strategies for building public and political will to promote meaningful conservation. *Journal of Fish Biology*, Londres, v. 83, n. 4, p. 997–1018, 2013.

CULLEN, L.; BODMER, R. E.; VALLADARES-PÁDUA, C. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic forests, Brazil. *Biological Conservation*, Essex, v. 95, n.1, 49–56, 2000.

CUNICO, A. M.; AGOSTINHO, A. A.; LATINI, J. D. Influência da urbanização sobre as assembleias de peixes em três córregos de Maringá, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 23, n. 4, p. 1101-1110, 2006.

DUDGEON, D. Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene. *Current Biology*, Londres, v. 29, n. 19, p. R960–R967, 2019.

DUNN, N. R.; O'BRIEN, L. K.; BURRIDGE, C. P.; CLOSS, G. P. Morphological Convergence and Divergence in Galaxias Fishes in Lentic and Lotic Habitats. *Diversity*, Basel, v. 12, n. 5, 183, 2020.

LIMA, F. C. T.; RIBEIRO, A. C.; MENEZES, N. A. Biogeografia dos peixes de água doce da América do Sul. In: CARVALHO, C. J. B.; ALMEIDA, E. A. B. (Eds.). **Biogeografia da América do Sul: Padrões & Processos**. Rio de Janeiro: Roca. p. 261–276, 2011.

MANTOVANI, W. A degradação dos biomas brasileiros. In: RIBEIRO, W.C. (Ed.). **Patrimônio ambiental brasileiro**. São Paulo: EDUSP e Imprensa Oficial do Estado. Paulo, 2003, p.367-439.

MATTOX, M. T. G. Peixes do município de São Paulo: passado, presente e futuro. In: Malagoli, L. R.; Bajesteiro, F. B.; Whately, M. (Eds.) **Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana**. 1ed. São Paulo: Instituto Socioambiental São Paulo, 2008, p.180-203.

MENEZES, N. A., S. H. WEITZMAN, O. T. OYAKAWA, F. C. T. LIMA, R. M. C. CASTRO & M. J. WEITZMAN. Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 407 p, 2007.

- METZGER, J. P. Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest. In: *Biological Conservation*, Essex, v.142, n.6, p. 1138-1140, 2009.
- MIRANDA, J. C. Ameaças aos peixes de riachos da Mata Atlântica. *Natureza on line*, Santa Teresa, v.10, n.3, p. 136-139, 2012.
- MITTERMEIER, R. A.; Gil, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, J., MITTERMEIER, C. G.; LAMOURUX, J.; FONSECA, G. A. B. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. *Conservation International: Washington*, 2005, 392p.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2020. Biomas, Mata Atlântica. Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em 09 de maio de 2020.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. **Introduction: The Brazilian Atlantic Forest.** Hoboken: Biotropica 2000, p. 786–792.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, Londres, v.403, n.6772, p. 853-858, 2000.
- NIKOLSKI, G. V. On the influence of the rate of flow on the fauna of the rivers of central Asia. *Journal animal Ecology*, Londres. V.2, p.266-281, 1933.
- OYAKAWA, Osvaldo Takeshi; AKAMA, Alberto; MAUTARI, Kelly Cristina; NOLASCO, José Cezar. Peixes de riachos da Mata Atlântica: nas unidades de conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo. São Paulo: Neotrópica, 2000.
- REID, A.J., A.K. CARLSON, I.F. CREED, E.J. ELIASON, P.A. GELL, P.T. JOHNSON, K.A. KIDD, T.J. MACCORMACK. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, Cambridge, v.94, n.3, p 849–873, 2019.
- RIBEIRO, A. C. Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergent continental margin. *Neotropical Ichthyology*, Porto alegre, v. 4, n. 2, p. 225–246, 2006.
- RIBEIRO, A. C.; LIMA, F. C. T.; RICCOMINI, C.; MENEZES, N. A. Fishes of the Atlantic Rainforest of Boraceia: testimonies of the Quaternary fault reactivation within a Neoproterozoic tectonic province in Southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*. Munich, v. 17, n. 2, p. 157-164, 2006.
- ROSS, J. L. S. A morfogênese da bacia do Ribeira do Iguape e os Sistemas Ambientais. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, v.6, n.2, p. 21-46, 2002.

SILVA, J. M. C.; CASTELETI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: Galindo-Leal, C.; Câmara I.G. (Eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. p. 43-59. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press. Washington, 2003.

SOUZA, C.R. de G. Ambientes sedimentares de planície costeira e baixa-média encosta em Bertoga (SP). In: XI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Belém, PA, 2007.

TESHIMA, F. A.; FERREIRA, F. C.; CETRA, M. Rarity status of endemic and vulnerable fish species in a Brazilian Atlantic Forest protected area. *Natureza & Conservação*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 67-73, 2015.

THOMAS, W. W.; CARVALHO, A. M. V.; AMORIM, A. M. A.; GARRISON, J.; ARBEALAEZ, A. L. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, Dordrecht, v.7, n.3, p.311–322, 1998.

VILLWOCK J. A. Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa sul e sudeste brasileira. Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos. São Paulo, ACIESP. v.1, p.380-398, 1987.

WATSON, D. J.; BALON, E. K. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, v. 25, n. 3, p. 371–384, 1984.

WEITZMAN, S. H & L. R. MALABARBA. 1999. Systematics of *Spintherobolus* (Teleostei: Characidae: Cheirodontinae) from eastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 10(1): 1–44.

## 7. Anexos

**Tabela 1:** Lista de exemplares da espécie *Spintherobolus papilliferus* da coleção ictiológica do Museu de Zoologia da USP analisados no presente estudo.

CN	Cidade	Est	Localidade	Drenagem	Latitude	Longitude	Prep Type
039080	Salesópolis	SP	Ribeirão Curiango, afluente do rio Claro, Estação Biológica de Boracéia.	Tietê	-23.5333333300	-45.8500000000	Alc
049408	Paranapiacaba	SP	Não especificado.	Tietê	-23.7833333300	-46.3000000000	Alc
051021	São Paulo	SP	Rio Ipiranga.	Tietê	-23.5500000000	-46.6333333300	Alc
051022	Paranapiacaba	SP	Campo Grande.	Tietê	-23.7833333300	-46.3000000000	Alc
063135	São Paulo	SP	Parque Estadual da Cantareira, Núcleo Engordador, Riacho da Cachoeira do Engordador.	Tietê	-23.3944444400	-46.5872222200	Alc
072837	Paranapiacaba	SP	Último ribeirão cruzando a estrada antes da cidade.	Tietê	-	-	Alc
119089	Bertioga	SP	Afluente do rio Sertãozinho, bacia do rio Itapanhaú.	Costeira	-23.6994510000	-46.0632400000	Alc

**Tabela 2.** Dados morfométricos de *Spintherobolus papilliferus* provenientes de três drenagens. Medidas 1-12 expressas como proporção do comprimento padrão e medidas 13-16 expressas como proporção do comprimento da cabeça. N= número amostral; DP = Desvio Padrão.

	Ribeira (N=8)			Costeira – Bertioga (N=7)			Tietê (N=9-10)		
	Amplitude	Média	DP	Amplitude	Média	DP	Amplitude	Média	DP
Comprimento padrão (mm)	26.7-39.3	-	-	20.9-45.5	-	-	18.5-61.1	-	-
01. Altura do corpo	23.7-28.9	25.5	1.8	28.1-33.4	29.4	1.9	26.8-32.3	29.6	1.7
02. Comprimento pré-dorsal	51.1-54.3	52.7	1.1	53.1-57.9	55.4	1.8	49.6-56.4	54.0	1.8
03. Comprimento pré-pélvico	42.8-49.2	46.4	2.2	46.5-47.9	47.3	0.5	42.2-47.7	45.1	1.7
04. Comprimento pré-anal	56.8-63.5	60.2	2.0	64.5-65.7	64.9	0.5	57.5-66.9	62.7	2.7
05. Comprimento da nadadeira dorsal	23.4-27.4	25.4	1.2	21.2-28.3	25.0	2.6	21.9-25.3	23.5	1.3
06. Comprimento da base da nadadeira dorsal	10.8-15.3	12.9	1.7	11.4-15.2	12.9	1.2	12.5-17.1	13.8	1.3
07. Comprimento da nadadeira pélvica	12.9-17.3	15.7	1.5	14.2-18.9	16.8	1.6	13.6-18.6	16.4	1.6
08. Comprimento da nadadeira anal	20.5-25.1	22.5	2.0	20.3-24.2	22.8	1.3	18.2-23.4	20.3	1.5
09. Comprimento da base da nadadeira anal	10.7-16.1	14.0	1.7	8.6-13.6	10.3	1.8	13.1-15.0	13.6	0.6
10. Altura do pedúnculo caudal	9.8-12.7	11.0	0.9	12.4-16.2	14.0	1.3	12.8-15.4	14.1	1.0
11. Comprimento do pedúnculo caudal	26.1-30.5	28.1	1.8	26.5-31.9	29.2	2.1	24.5-33.0	27.0	2.3
12. Comprimento da cabeça	29.4-33.7	31.1	1.7	29.6-33.1	31.4	1.1	28.5-32.7	30.3	1.4
13. Diâmetro orbital	23.2-32.7	27.4	2.6	22.2-30.4	26.6	2.9	18.6-28.8	22.6	2.7
14. Distância interorbital	27.4-33.8	30.1	2.4	29.1-35.8	32.1	2.7	27.9-32.0	29.6	1.2
15. Comprimento do focinho	11.7-15.1	12.9	1.4	11.6-18.9	16.5	2.4	13.2-18.0	15.8	1.6
16. Comprimento da maxila superior	20.0-26.5	22.4	2.3	28.7-34.1	30.5	2.0	23.1-39.7	28.4	4.4

**Tabela 3.** Dados morfométricos de *Spintherobolus papilliferus* compilados no presente estudo e amplitude retirada de Weitzman & Malabarba (1999) para ambos os sexos. Comprimento da nadadeira anal não aferida por Weitzman & Malabarba (1999). Medidas 1-12 expressas como proporção do comprimento padrão e medidas 13-16 expressas como proporção do comprimento da cabeça. N= número amostral; DP = Desvio Padrão.

	Presente estudo (N=24-25)			Weitzman & Malabarba (1999) (N=29-32)
	Amplitude	Média	DP	Amplitude
Comprimento padrão (mm)	18.5-61.1	-	-	16.7-60.8
01. Altura do corpo	23.7-33.4	28.2	2.6	26.4-32.2
02. Comprimento pré-dorsal	49.6-57.9	54.0	1.9	50.9-58.2
03. Comprimento pré-pélvico	42.2-49.2	46.1	1.8	42.0-50.0
04. Comprimento pré-anal	56.7-66.9	62.5	2.7	58.7-67.3
05. Comprimento da nadadeira dorsal	21.2-28.3	24.6	1.8	17.0-27.4
06. Comprimento da base da nadadeira dorsal	10.8-17.1	13.2	1.4	9.4-12.4
07. Comprimento da nadadeira pélvica	12.9-18.9	16.3	1.6	11.4-15.9
08. Comprimento da nadadeira anal	18.2-25.1	21.7	1.9	-
09. Comprimento da base da nadadeira anal	8.7-16.1	12.8	2.1	10.4-14.2
10. Altura do pedúnculo caudal	9.8-16.2	13.1	1.8	11.4-15.8
11. Comprimento do pedúnculo caudal	24.5-33.0	28.4	2.1	21.3-27.0
12. Comprimento da cabeça	28.5-33.7	30.8	1.4	26.8-32.0
13. Diâmetro orbital	18.6-32.7	25.3	3.5	18.4-26.0
14. Distância interorbital	27.4-35.8	30.4	2.3	22.4-32.0
15. Comprimento do focinho	11.6-18.9	15.1	2.3	18.3-29.4
16. Comprimento da maxila superior	20.0-39.7	27.1	4.6	16.0-23.0

**Tabela 4.** Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira dorsal de *Spintherobolus papilliferus* provenientes das três drenagens separadamente e compiladas.

	9	Total
Ribeira	8	8
Costeiras Bertiooga	7	7
Tietê	10	10
Compiladas	25	25

**Tabela 5.** Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira peitoral de *Spintherobolus papilliferus* provenientes das três drenagens separadamente e compiladas.

	10	11	12	13	Total
Ribeira	1	4	2	1	8
Costeiras Bertiooga	-	3	3	-	6
Tietê	2	5	1	1	9
Compiladas	3	12	6	2	23

**Tabela 6.** Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira pélvica de *Spintherobolus papilliferus* provenientes das três drenagens separadamente e compiladas.

	5	6	7	Total
Ribeira	-	8	-	8
Costeiras Bertiooga	1	6	-	7
Tietê	-	8	2	10
Compiladas	1	22	2	25

**Tabela 7.** Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira anal de *Spintherobolus papilliferus* provenientes das três drenagens separadamente e compiladas.

	8	9	10	Total
Ribeira	-	7	1	8
Costeiras Bertiooga	1	5	1	7
Tietê	-	10	-	10
Compiladas	1	22	2	25

**Tabela 8.** Distribuição de frequências dos números de raios ramificados da nadadeira caudal de *Spintherobolus papilliferus* provenientes das três drenagens separadamente e compiladas. Número antes da vírgula representa contagem de raios no lobo superior, número após a vírgula representa contagem de raios no lobo inferior.

	9,7	9,8	10,7	10,8	Total
Ribeira	-	7	1	-	8
Costeiras Bertiooga	-	6	-	1	7
Tietê	1	7	-	-	8
Compiladas	1	20	1	1	23

**Tabela 9.** Distribuição de frequências dos números de escamas perfuradas na linha lateral de *Spintherobolus papilliferus* provenientes das três drenagens separadamente e compiladas.

	3	4	5	6	Total
Ribeira	-	1	5	2	8
Costeiras Bertiooga	1	2	4	-	7
Tietê	1	3	3	1	8
Compiladas	2	6	12	3	23

**Tabela 10.** Comparação dos p-valores duas-a-duas das populações das drenagens Costeira, Tietê e Ribeira após a aplicação da análise de variância multivariada (MANOVA) aplicada às variáveis diâmetro do olho, altura do corpo e altura do pedúnculo caudal.

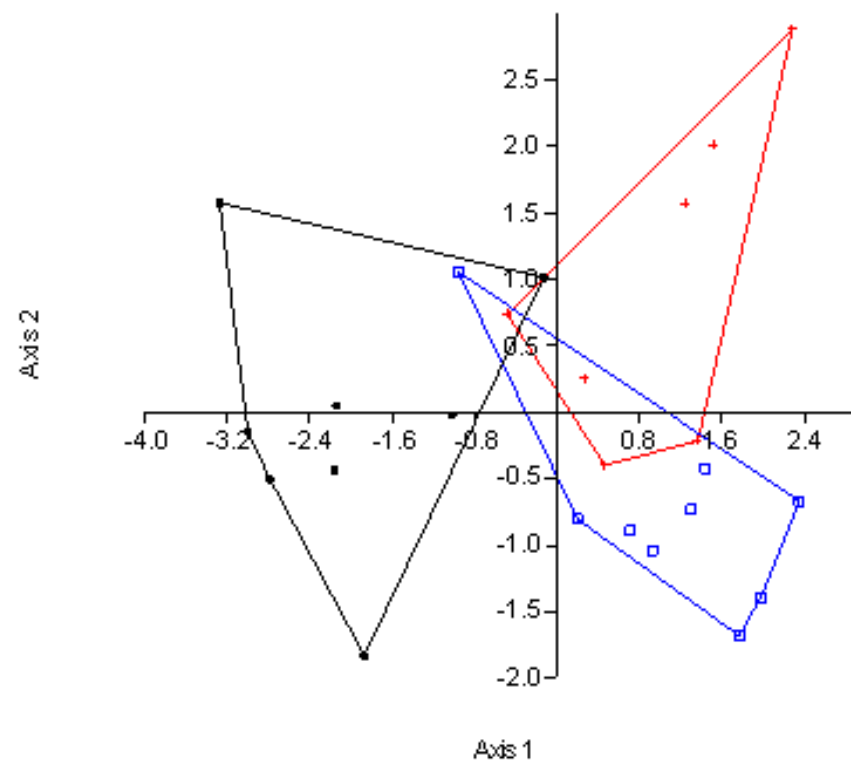
	Costeira Bertiooga	Tietê
Tietê	0.0578	-
Ribeira	0.0015	0.0004



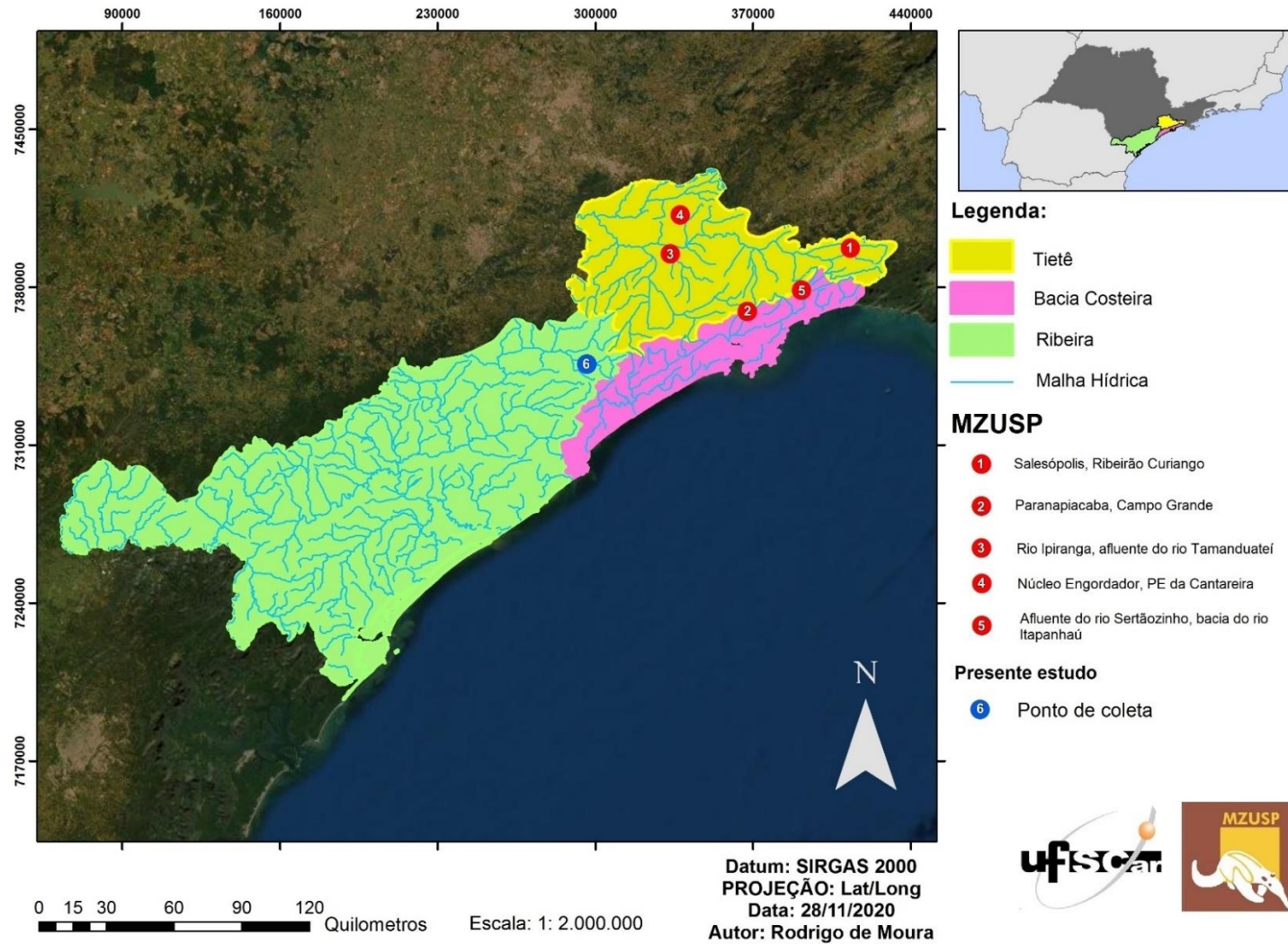
**Figura 1.** A. *Spintherobolus papilliferus* vivo, Brasil, São Paulo, afluyente Rio Juquiá-Guaçu. B. *Spintherobolus papilliferus* fixado, Brasil, São Paulo, afluyente Rio Juquiá-Guaçu.



**Figura 2.** Trechos representativo de riacho afluente do Rio Juquiá-Guaçu amostrado na bacia do rio Ribeira de Iguape, sudeste do Brasil.



**Figura 3.** Gráfico gerado após a análise de variância multivariada (MANOVA) aplicada às variáveis diâmetro do olho, altura do corpo e altura do pedúnculo caudal das drenagens Ribeira (Preto), Costeira (Vermelha) e Tietê (Azul). Gráfico gentilmente cedido por Prof. Dr. Maurício Cetra.



**Figura 4.** Mapa da distribuição dos exemplares de *Spintherobolus papilliferus* analisados no presente estudo.