

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ, CAMPUS DE UNIÃO DA  
VITÓRIA

GABRIEL DO NASCIMENTO SOARES

ANÁLISE CITOGÉNÉTICA DE *Hypostomus commersoni*  
(SILURIFORMES) DO MUNICÍPIO DE PORTO VITÓRIA (PR)

UNIÃO DA VITÓRIA, 2021

GABRIEL DO NASCIMENTO SOARES

ANÁLISE CITOGÉNÉTICA DE *Hypostomus commersoni*  
(SILURIFORMES) DO MUNICÍPIO DE PORTO VITÓRIA (PR)

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Colegiado de Ciências  
Biológicas, Centro de Ciências Exatas e  
Biológicas, Universidade Estadual do  
Paraná, *Campus* União da Vitória.

Orientadora Dra. Carla Andreia Lorscheider

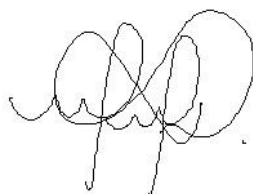
UNIÃO DA VITÓRIA, 2021

## TERMO APROVAÇÃO DA BANCA

GABRIEL DO NASCIMENTO SOARES

ANÁLISE CITOGÉNÉTICA DE *Hypostomus commersoni*  
(SILURIFORMES) DO MUNICÍPIO DE PORTO VITÓRIA (PR)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado com nota 8,3, como requisito parcial à obtenção do grau de licenciado (a) em Ciências Biológicas, Colegiado de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Paraná, *Campus* de União da Vitória, pela seguinte banca examinadora:



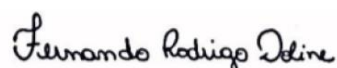
---

Profa. Dra. Carla Andreia Lorscheider  
Orientadora. Colegiado de Ciências Biológicas, UNESPAR



---

Profa. Dra. Thais Aparecida Dulz  
Colegiado de Ciências Biológicas, UNESPAR



---

Mestrando. Fernando Rodrigo Doline  
Universidade Federal do Paraná

Dedico esse Trabalho a minha orientadora Dra.  
Carla Andreia Lorscheider, por todo auxílio na  
minha trajetória acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer aos meus pais, pelo apoio durante toda minha trajetória acadêmica e pela oportunidade de estudar fora do meu estado de origem.

A Dra. Carla Andreia Lorscheider por me orientar desde o primeiro ano da minha graduação e por me dar oportunidades na área científica e educação no decorrer dos anos.

A Dra. Thais Aparecida Dulz pelo incentivo em todo decorrer do curso desde a área científica a área pedagógica, demonstrando diversas metodologias e apoio durante todo período da Universidade.

Ao Me Marcos Otávio Ribeiro que juntamente a Dra. Carla, me ensinou e me preparou para área laboratorial/ científica me ensinando diversas técnicas de trabalho no laboratório e pelas conversas e ensinamentos que me passou em todo decorrer do curso.

Ao Me Clóvis Roberto Gurski por me mostrar outro lado da licenciatura e me incentivar a estudar mais sobre educação e criar didáticas inovadoras para atuar como um futuro profissional de excelência.

Ao Mestrando Fernando Rodrigo Doline, pelas conversas, apoio e ajuda durante todos os anos do curso de graduação.

A acadêmica Laryssa Barthmann por todo o apoio durante minha trajetória acadêmica, todas as festas, risadas, choros no decorrer desses anos. Thx princesa do Tio.

A Universidade Estadual do Paraná, por me inserir no meio científico e docente durante minha graduação e por me proporcionar diversas experiências para formação pessoal e profissional

“ E se a chuva cair, não vou parar.  
Qualquer Tempestade tem Fim ”

(Disney´s Brother Bear)

## RESUMO

Loricariidae é uma família encontrada exclusivamente em região Neotropical e possui representantes conhecidos como cascudos. É classificada em sete subfamílias, das quais Hypostominae apresenta o maior número de estudos citogenéticos. O gênero Hypostomus é considerado um grupo parafilético, só diagnosticável por similesiomorfias, e os dados citogenético tem contribuído para o entendimento dos processos evolutivos desse grupo de peixes. Diante do exposto, estudos citogenéticos em Hypostomus estão sendo realizados na região do médio Iguaçu, no presente trabalho a análise ocorreu na população de Hypostomus commersoni coletada no município de Porto Vitória (PR) (26.146299,- 51.234614), objetivando aumentar os dados bibliográficos desse importante gênero, e caracterizar cariotipicamente esses espécimes. Cinco exemplares (4 fêmeas e 1 macho) foram coletados através de redes de mão e peneira, em seguida transportados vivos com auxílio de um cooler contendo água do próprio rio para o laboratório multidisciplinar de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná, Campus União da Vitória, emantidos em aquários aerados. Os estudos citogenéticos utilizarão as técnicas para a obtenção de cromossomos mitóticos com a utilização do corante Giemsa, a bandeamento C e impregnação por nitrato de prata. Machos e fêmeas de *H. commersoni* apresentaram  $2n=68$  cromossomos, distribuídos em 10 cromossomos metacêntricos, 10 cromossomos submetacêntricos, 20 cromossomos subtelocêntricos e 28 cromossomos acrocêntricos. Na determinação do número fundamental (NF), os cromossomos metacêntricos, submetacêntricos e subtelocêntricos foram considerados com 2 braços cromossômicos, assim o NF para a população analisada foi de 108. Os resultados encontrados para *H. commersoni* referente ao número diploide corroboram com os dados observados para espécie, no entanto, diferem quanto a fórmula cariotípica. Os dados da técnica de bandamento C revelaram blocos heterocromáticos em regiões pericentroméricas de vários cromossomos, blocos em regiões teloméricas do braço longo do par 28 e 22 e um dos cromossomos dos pares 2 e no braço curto de um dos cromossomos do par 13. As regiões organizadoras de nucleolos (RONs) foram detectados em quatro cromossomos, sendo concidentes com os blocos heterocromáticos, o par 28 e um dos cromossomos dos pares 2 e 13, resultando em Ag-RONs múltiplas. Considerando que as populações de *H. commersoni* apresentam o mesmo número diploide ( $2n=68$  cromossomos), com diferentes fórmulas cariotípicas podemos inferir que os rearranjos ocorridos durante a diversificação cromossômica entre elas, foram devidos principalmente a rearranjos do tipo não Robertsoniano.

**Palavras-chave:** Cariótipo. Loricariidae. Rio Iguaçu.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	16
Figura 02	19
Figura 03	20
Figura 04	24
Figura 05	25



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	25
-----------	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Metodologia</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Resultados e Discussão</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Referências</b>	<b>28</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os peixes são o grupo mais numeroso entre os vertebrados, contendo mais de 28.000 espécies, ampla diversidade corpórea e na coloração, e esqueleto cartilaginoso e ósseo (MARCENIUK; HILSDORF, 2010; HICKMAN et al., 2016).

As águas continentais da região Neotropical, abrigam a mais diversificada fauna de peixes de água doce do planeta, nos rios da América do Sul são conhecidas mais de 5.000 espécies (RIBEIRO et al., 2011; REIS et al., 2016).

Dentre as ordens de peixes, os Siluriformes destacam-se pelo número de espécies e ampla distribuição na região tropical (PINNA, 1998), a ordem é constituída por 447 gêneros, 36 famílias e por mais de 3.000 espécies (FERRARIS, 2007).

Os peixes pertencentes a ordem Siluriformes são popularmente conhecidos no Brasil como: Bagres, Cascudos, Armados, Mandis, Jaús ou Pintados, e possuem tamanhos e formas variadas entre si. As principais características são: ausência de escamas no corpo, presença de barbilhões e frequentemente de acúleos fortes e pungentes resultante da modificação do segundo raio de nadadeira dorsal e do primeiro de nadadeiras peitorais, capazes de infringir ferimentos graves e em alguns casos injetar um veneno produzido por células glandulares localizado no tecido epidérmico que cobre os acúleos (ALEXANDER, 1965; BURGESS, 1989; FERRARIS, 1998). O corpo desprovido de escamas pode ser coberto totalmente ou parcialmente por placas ósseas em cascudos, bodós, caborjas ou revestido por uma pele conhecida popularmente como couro (BURGESS, 1989). Esses animais têm hábitos crepusculares e noturnos e habitam águas turvas de rios e permanecem entre rochas e vegetação (FERRARIS, 1998).

Segundo Peixoto (2012), a família Loricariidae é dividida em seis subfamílias: Ancistrinae, Hypoptopomatinae, Hypostominae, Lihogeneinae, Loricariinae e Neoplecostominae. Em Hypostominae, a maioria dos representantes são restritos a água doce com exceção de *Hypostomus watwata*, que vive em águas salobras dos rios da Guiana. A maioria das espécies é de tamanho médio, com exemplares chegando até 50 cm de comprimento (REIS et al., 2003).

*Hypostomus*, é o segundo gênero mais rico em espécies da ordem dos Siluriformes, com 202 espécies conhecidas (FROESE; PAULY, 2019). A maioria dos representantes é encontrada nos fundos de grandes rios brasileiros com corredeiras e águas claras (GARAVELLO; GARAVELLO, 2004). A alimentação dos *Hypostomus*

é baseada na matéria orgânica em decomposição e algas (CARDONE, 2006). A descrição e o diagnóstico dos representantes de *Hypostomus* são difíceis devido a sua alta diversidade e sua variação morfológica intra-específica (CARDOSO et al., 2012).

*Hypostomus* é considerado um gênero com caracteres morfológicos derivados dentro dos loricariídeos, e os dados cromossômicos têm identificado a existência de grande variação cariotípica, a qual vai desde a exibição de caracteres derivados, como números diploides elevados e RONS múltiplas, até a manutenção de características consideradas primitivas, como a sintenia de genes ribossomais (TRALDI et al., 2013; BAUNGARTNER et al., 2014; LORSCHIEDER, 2014). Em relação ao número diploide, as espécies variam de 64 a 84 cromossomos (CEREALI et al., 2008; MILHOMEM et al., 2010; BUENO et al., 2013; LORSCHIEDER et al., 2015). Neste grupo, a fórmula cariotípica, distribuição heterocromática e número e localização dos sítios ribossomais têm se mostrado importantes marcadores cromossômicos evolutivos (ARTONI; BERTOLLO, 1996; 1999; RUBERT et al., 2008; BUENO et al., 2013, TRALDI et al., 2013; RUBERT et al., 2016) e tem demonstrando grande variabilidade cromossômica tanto ao nível intra e interespecíficos (ARTONI; BERTOLLO, 2001; KAVALCO et al., 2005; RUBERT et al., 2008; 2011, BECKER et al., 2014; BRANDÃO et al., 2018).

Os dados literários revelam diferenças cromossômicas entre populações de *Hypostomus* (RUBERT et al., 2011; BUENO et al., 2012; LORSCHIEDER et al., 2018), entre eles as populações de *H. commersoni* (MAURUTTO et al., 2012; BUENO et al., 2012; LORSCHIEDER et al., 2018). Assim, o principal objetivo deste projeto foi a realização estudos citogenéticos na populações de *H. commersoni* coletados no rio Iguaçu, no município de Porto Vitória (PR), bem como analisar e interpretar os resultados obtidos para um acréscimo de informações a ictiofauna do médio rio e auxiliar na compreensão dos estudos evolutivos no gênero *Hypostomus*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar citogeneticamente a população de *Hypostomus commersoni* do médio rio Iguaçu, no município de Porto Vitória - PR

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o número diploide e a fórmula cariotípica de *H.commersoni*;
- Realização bandeamento C, para caracterização da distribuição de heterocromatina;
- Detecção das regiões organizadoras de nucléolos (RONs),
- Discussão dos dados obtidos com as informações de outras populações de *H. commersoni* estudadas.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 RIO IGUAÇU

O rio Iguaçu é um dos rios mais importantes da região sul do Brasil. Destaca-se entre os rios do Paraná por apresentar a maior bacia hidrográfica abrangendo uma área de 72.000 km<sup>2</sup>. Suas águas são distribuídas entre estados do sul do Brasil (Paraná e Santa Catarina) e um país na América do Sul (Argentina). O estado do Paraná retém a maior área da bacia hidrográfica ocupando 79% posteriormente o estado de Santa Catarina com 19% e por último a Argentina com 2% da área da bacia (ELETROSUL, 1978; BAUMGARTNER et al., 2006).

A sua nascente é localizada na frente ocidental da serra do mar e percorre aproximadamente 1.060 km até sua foz no Rio Paraná (MAACK, 1981). Sua característica de Relevo proporcionou a construção de usinas hidrelétricas e em seu percurso estão as maiores usinas hidrelétricas do estado do Paraná sem considerar as usinas hidrelétricas instaladas em seus afluentes (BAGGIO et al., 1992).

A formação da bacia hidrográfica do Iguaçu tem origem na era Mesozóica e no Início da Paleozóica (MINEROPAR, 2010) e foi associado aos movimentos escalonados durante a elevação da serra do mar, resultado na formação dos planaltos Paranaenses. Os planaltos são localizados nas regiões de Curitiba (Primeiro Planalto Paranaense), Ponta Grossa (Segundo Planalto Paranaense) e Guarapuava (Terceiro Planalto Paranaense). Esse evento também inverteu a direção do Rio correndo para o interior do continente (MAACK, 2001; MINEROPAR, 2014).

A partir das unidades geográficas e gestão de recursos hídricos do Estado do Paraná o rio Iguaçu é dividido em três bacias hidrográficas conhecidas como: Alto Iguaçu, Médio Iguaçu (onde será realizado o estudo da população de *Hypostomus*) e Baixo Iguaçu (PEREIRA; SCROCCRARO, 2010). Cinco espécies de *Hypostomus* são descritas no Rio Iguaçu *Hypostomus albopunctatus* *Hypostomus commersoni*, *Hypostomus derbyi* (Haseman, 1911), *Hypostomus myersi* (Gosline, 1947) e *Hypostomus nigropunctatus* Garavello, Britski & Zawadzki, 2012, sendo *H. derbyi* e *H. nigropunctatus* restrito a esta bacia (LORSCHIEDER et al., 2018).

### 3.2 CITOGENÉTICA DE PEIXES

Citogenética é a parte da genética que estuda os cromossomos, sua estrutura, função, comportamento biológico e patológico. Está dividida em citogenética clássica e molecular. A citogenética clássica é voltada para análise dos cromossomos em relação a célula em divisão, especialmente na metáfase da mitose. Os procedimentos técnicos feitos são feitos após a interrupção da mitose se destacando: hipotonia e fixação, preparo do espelhamento cromossômico, coloração por banda G e montagem e pareamento do cariótipo (CHAUFFAILLE, 2005).

A citogenética contribui com estudos taxonômicos, filogenéticos e com a compreensão das estruturas dos cromossomos dos vertebrados devido ao grande avanço nos últimos anos com a utilização de novas técnicas. Esses avanços têm refletido diretamente ao estudo citogenético de peixes em uma expansão do número de espécies estudadas (SENE, 2016).

O estudo em citogenética de peixes começou em 1975, com o trabalho de Jim e Toledo com o estudo de cariótipos de peixes Neotropicais em duas espécies de *Astyanax*, em 1976 Toledo e Ferrari em *Pimelodidae*, Michele et al. em 1977 em *Loricariidae* e *Cichlidae*, respectivamente. Na década de 70 também houve a formação de diversos grupos de pesquisa na área que hoje se consolidou em diversas Universidades Brasileiras e Mundiais (ARTONI et al., 2000).

O constante estudo da citogenética de peixes e sistemático de determinados grupos tem levado esclarecimentos de questões taxonômicas, identificação de espécies crípticas, melhorando o entendimento da estrutura e variabilidade cromossômica quanto processos evolutivos que envolvem o cariótipo de peixes altamente diversificados na região neotropical (SENE, 2016).

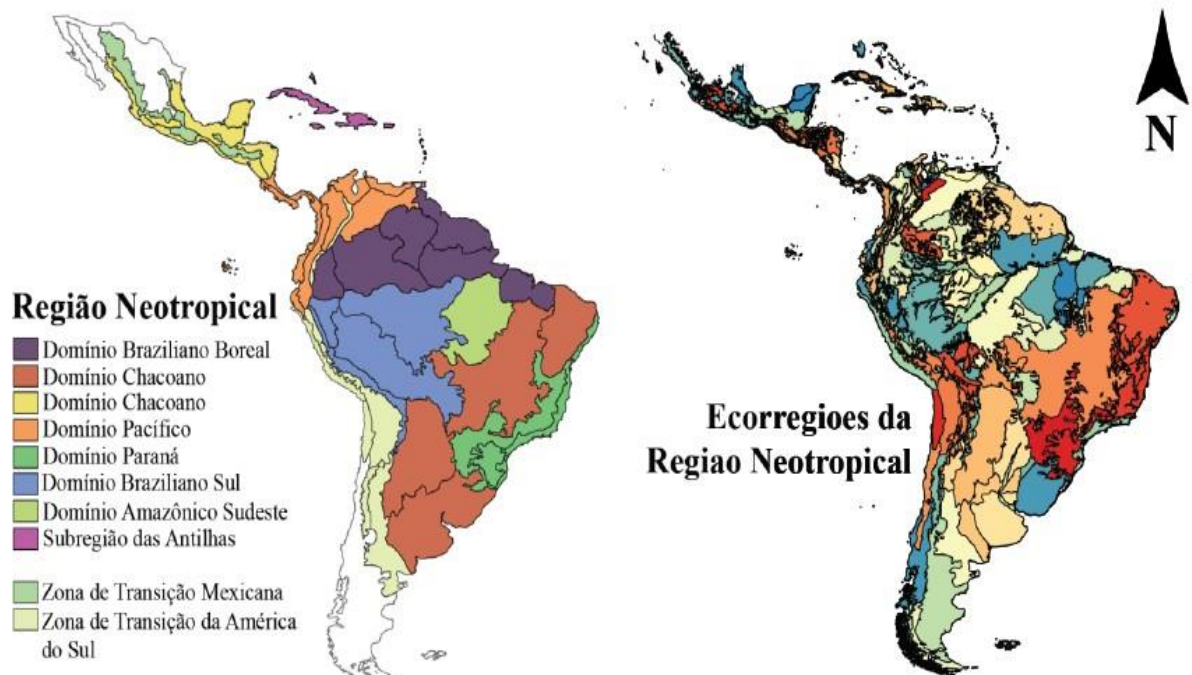
### 3.3 REGIÃO NEOTROPICAL

A região Neotropical é caracterizada por ser uma região altamente endêmica com uma biota única, por topografias complexas que suportam a diversidade de biomas e ecoregiões e pela grande variação de climas e ambientes. Devido essas características a região Neotropical é uma das regiões mais diversificadas do mundo. (NARVÁEZ-GÓMEZ et al., 2018).

Sua localização envolve a zona tropical Americana e abrange a porção da

plataforma continental que vai desde o México até a Argentina, quanto as ilhas do Caribe (Figura 01). (NARVÁEZ-GÓMEZ et al., 2018).

Figura 01: Mapa da Região Neotropical. Na imagem a direita o mapa consiste nas Ecorregiões e no da esquerda a Regionalização. Ressalta-se que o mapa em ambas regiões mostra suas Zonas de Transição e os seus Limites.



Fonte: (NARVÁEZ-GÓMEZ et al., 2018).

No âmbito da Geologia são reconhecidas três placas continentais: A Placa do Caribe, Placa da América do Norte e Placa da América do Sul (NARVÁEZ-GÓMEZ et al., 2018). A biota da região é extremamente diversa, única e apresenta um elevado número de espécies endêmicas. No ponto de vista da Regionalização biogeográfica a distribuição de espécies dessa região possibilita a construção de uma classificação hierárquica o que inclui subregiões, domínios e províncias (MORRONE 2014; NARVÁEZ-GÓMEZ et al., 2018).

Além da classificação Biogeográfica Regional as espécies podem ser classificados por uma visão ecológica as ecoregiões que delimitam as comunidades presentes na região. (NARVÁEZ-GÓMEZ et al., 2018).

### 3.3.1 Ictofauna da Região Neotropical



A região Neotropical é a região que possui a maior biodiversidade de peixes do mundo, possuindo cerca de 9100 espécies de água doce e marinha, o que representa 27% das espécies do mundo. Entretanto esses números estão em constantes avanços, estima-se que cerca de 100 espécies são descritas por ano na região neotropical (REIS et al., 2016).

### 3.4 ORDEM SILURIFORMES, FAMÍLIA LORICARIDAE E GÊNERO *HYPOSTOMUS*

Os Siluriformes são uma das grandes ordens de peixe da Região Neotropical, possuindo um grande número de representantes na bacia do rio Iguaçu. Seus representantes apresentam o corpo recoberto por placas dérmicas ou nu e apresentam hábitos associados a porções próximas do substrato. O endemismo da ictiofauna do rio Iguaçu é marcante nas espécies dessa ordem porém várias espécies não nativas têm sido introduzidas na bacia do Iguaçu de forma acidental ou deliberadamente (BAUMGARTNER et al., 2012).

A família Loricaridae é composta por espécies conhecidas como cascudos, cascudos- viola, é caracterizada por apresentar o corpo revestidos por placas ósseas e por possuir bocas e lábios em forma de ventosas (NELSON, 1994). Atualmente, são conhecidas mais de 947 espécies descritas sendo uma das famílias com o maior número de representantes (ESCHMEYER; FONG, 2018). Sua distribuição é limitada na América Latina (América do Sul e Central – Panamá e Costa Rica) (FOWLER 1954; NELSON 1994). De maneira geral seus representantes habitam ambientes lóticos de pouca profundidade com fundos arenosos (NELSON, 2006), entretanto segundo Covain e Fisch-Muller (2007), também pode ser encontrados em lagos e rios com correnteza fraca a moderada, pequenos arroios e até rápidos tributários.

A subfamília Hypostominae apresenta uma tendência de aumento do  $2n$  a partir de rearranjos cromossômicos do tipo fissão cêntrica (ARTONI; BERTOLLO, 2001; BUENO et al., 2012). Estudos citogênicos no gênero indicam grande variabilidade em diversos aspectos cariotípicos o que torna o grupo complexo (ARTONI; BERTOLLO, 1996), a variação do  $2n$  ocorre de 54 a 84 cromossomos (MURAMOTO; OHNO; ATKIN, 1968; CEREALI et al., 2008). As variações cromossômicas interpopulacionais são constatadas, em especial à fórmula cariotípica. (MICHELE; TAKAHASHI; FERRARI, 1977; ARTONI; BERTOLLO, 1996; ALVES et al., 2006;

BUENO et al., 2012). Uma característica da subfamília é a relação inversa entre o número diploide e o número de cromossomos com dois braços, o que sugere a ocorrência de muitos eventos de fusão/fissão cêntrica na evolução do grupo (ARTONI; BERTOLLO, 2001).

O gênero *Hypostomus* se destaca na família Loricariidae por ter o maior número de espécies e um dos mais complexos (REIS; WEBER; MALABARBA, 1990). Com 202 espécies conhecidas (FROESE; PAULY, 2019), a maioria dos representantes é encontrada nos fundos de grandes rios brasileiros com corredeiras e águas claras (GARAVELLO; GARAVELLO, 2004). Apresenta comportamento basal na cadeia alimentar tendo sua dieta predominante herbívora ou detritívora (CASATTI, 2002). Exibem alta plasticidade fenotípica devido seus atributos fisiológicos como respiração realizada por sistema branquial e pelas paredes do estômago o que os concede uma capacidade de resistir fora da água por períodos mais curtos ou em locais com baixa oxigenação por períodos mais longos (GIULIANO-CAETANO, 1998).

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. TIPO DE PESQUISA

O presente estudo tem caráter misto, visto que o estudo utilizou dados quantitativos e qualitativos durante o seu desenvolvimento (SANTOS et al., 2017).

### 4.2. ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A coleta dos indivíduos foi realizada no rio Iguazu no município de Porto Vitória/PR que fica aproximadamente 23 quilômetros do Campus Universitário de União da Vitória, (-26.146299,-51.234614). Na figura 02 é possível observar o município de Porto Vitória e o Rio Iguazu, local onde foi amostrado os indivíduos do presente estudo.

Figura 02: Mapa do município de Porto Vitória

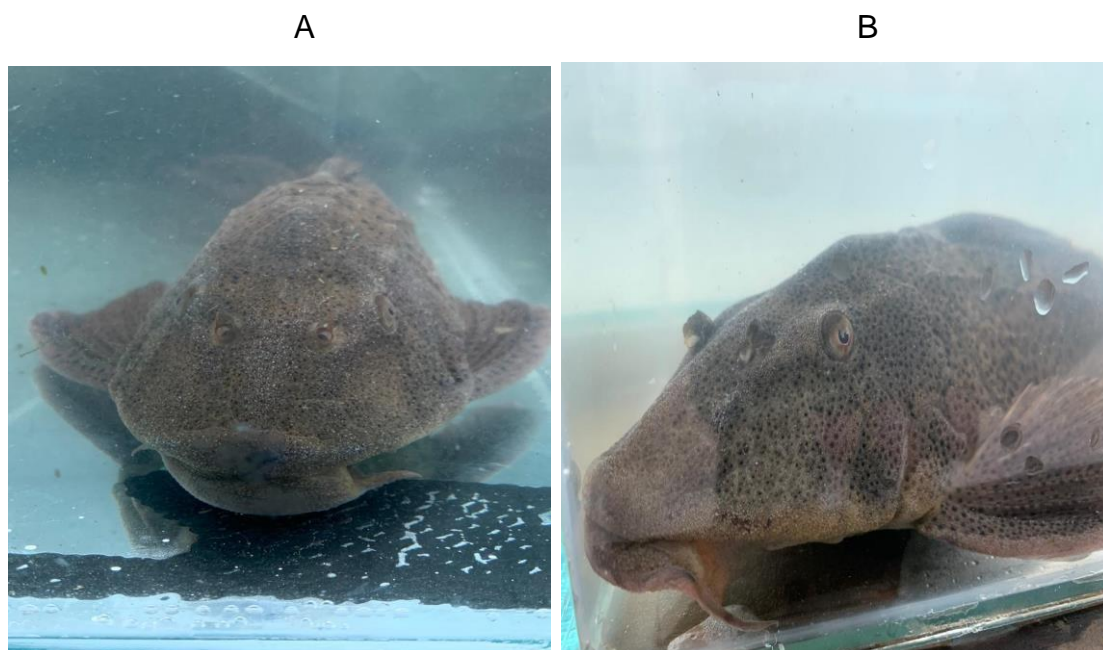


. Fonte: Google Earth, 2020.

### 4.3. *HYPOSTOMUS COMMERSONI*

Foram coletados e analisados seis exemplares de *H. commersoni*, 1 machos e 4 fêmeas (Figura 03 A e B).

Figura 03. Espécimes coletadas de *Hypostomus commersoni* coletadas no rio Iguazu, município de Porto Vitória (PR). Legenda: (a) visão frontal (b) visão lateral.



Fonte: o Autor, 2021.

#### 4.4. METODOLOGIA DE CAMPO E LABORATÓRIO

Os exemplares foram coletados através de redes de mão e peneira, posteriormente transportados vivos, com auxílio de uma caixa de isopor contendo água do próprio rio, para o laboratório da Universidade Estadual do Paraná, Campus União da Vitória, e mantidos em aquários aerados. Em seguida, houve a realização dos procedimentos de estimulação de metáfases mitóticas e técnicas decorrentes.

As técnicas utilizadas foi a de coloração convencional ou Giemsa; a técnica de marcação da heterocromatina constitutiva ou Banda C, a técnica de RONS (Regiões Organizadoras de Nucléolos) utiliza a coloração de Nitrato de Prata para visualizar regiões dos cromossomos envolvidas na transcrição dos genes ribossômicos, de acordo com sua atividade na interfase.

**Obtenção de cromossomos mitóticos (BERTOLO et al., 1978):** Injetar intra-abdominalmente no animal uma solução aquosa de colchicina 0,025%, na proporção de 1mL/100g de peso. Manter o peixe em aquário bem aerado entre 50 e 60 minutos. Anestesiá-lo colocando-o em um recipiente contendo benzocaína diluída a 0,01%, sacrificando-o em seguida. Retirar uma pequena porção do rim anterior, transferindo-a para cerca de 10mL de solução hipotônica (KCl 0,075M), dissociando as células com uma seringa desprovida de agulha. Incubar em estufa a 37°C durante

25-30 minutos. Resuspender o material com o auxílio de uma pipeta Pasteur, colocando-o em um tubo de centrífuga, descartando os fragmentos de tecidos não desfeitos. Acrescentar algumas gotas de fixador (3 partes de metanol para 1 de ácido acético glacial), recém preparado, resuspendendo o material repetidas vezes. Centrifugar durante 10 minutos, a 900rpm. Descartar o material sobrenadante com uma pipeta Pasteur. Adicionar 5-7mL do mesmo fixador, resuspender bem o material e centrifugar por mais 10 minutos, a 900 rpm. Repetir o último passo. Descartar o material sobrenadante e adicionar quantidade suficiente de metanol para que se tenha uma suspensão celular moderadamente concentrada (geralmente de 0,5 a 1,0mL) e resuspender bem o material. Acondicionar em tubos do tipo eppendorfs. Nesta etapa, o material será armazenado em freezer, para posterior utilização. Para o preparo das lâminas, primeiramente, estas foram devidamente limpas e incubadas em um béquer contendo água a uma temperatura de aproximadamente 60°C. Posteriormente, o material armazenado em “eppendorfs” será retirado do freezer, resuspendido e com o auxílio de um conta-gotas e serão pingadas duas gotas na lâmina. Após as lâminas secarem em temperatura ambiente, serão coradas com Giemsa diluída em tampão fosfato (pH 6,8) a 5%. O corante preparado será colocado sobre as lâminas cobrindo toda a sua extensão, permanecendo por dez minutos. Em seguida, seu excesso será retirado com água corrente e então após secar a lâmina, estas serão analisadas junto ao microscópio.

***Impregnação por nitrato de prata (HOWELL; BLACK, 1980):*** Colocar sobre uma lâmina com duas gotas do material armazenado no freezer 2-3 gotas de solução aquosa de gelatina (1g de gelatina incolor + 50mL de H<sub>2</sub>O +0,5mL de ácido fórmico). Adicionar sobre cada gota de gelatina 1 gota de H<sub>2</sub>O e 2 gotas de AgNO<sub>3</sub>. Cobrir com lamínula e colocar em estufa a 60°C durante 3-6 minutos. Deixar a lamínula escorrer debaixo de água corrente. Secar a lâmina e observar ao microscópio.

***Deteção de heterocromatina constitutiva (SUMMER, 1972):*** Tratar a lâmina já contendo as gotas do material para análise, com HCl em temperatura ambiente em estufa, por 15 minutos. Lavar a lâmina em água corrente e secar ao ar. Incubar em solução salina de 2xSSC, a 60°C em banho-maria por 15 minutos. Lavar em água corrente e secar ao ar. Incubar a lâmina por 30 segundos em solução de hidróxido de bário Ba(OH)<sub>2</sub>, em banho-maria a 42°C, com o Ba(OH)<sub>2</sub> sendo recém preparado e filtrado. Lavar a lâmina rapidamente em solução de HCl, e depois em

água deionizável, deixar secar ao ar. Incubar a lâmina em solução salina de 2xSSC a 60°C, por 1 hora. Lavar em água corrente e secar ao ar. Corar com Giemsa 5% durante 5-10 minutos. Lavar em água corrente.

**Montagem dos Cariótipos:** As preparações cromossômicas convencionais serão analisadas em microscópio de campo claro. As imagens serão capturadas com utilização do software Image Pro Plus - CoolSNAP-pro (Media Cybernetic) em Câmara de Captura Olympus DP71 12 mp. As fotografias dos cromossomos serão recortadas e em seguida os homólogos pareados e dispostos em grupos (metacêntrico, submetacêntrico, subtelocêntrico e acrocêntrico). A classificação cromossômica adotada será a proposta por Levan et al., (1964) e revista por Guerra (1986) onde o limite de relação de braços (RB), braço maior/braço menor, estabelecido é o seguinte: RB= 1,00 - 1,70 / metacêntrico (m); RB= 1,71 - 3,00 / submetacêntrico (sm); RB= 3,01 - 7,00 / subtelocêntrico (st); RB= maior que 7,00 / acrocêntrico (a).

Na determinação do número fundamental (NF), os cromossomos metacêntricos, submetacêntricos e subtelocêntricos serão considerados com 2 braços cromossômicos.

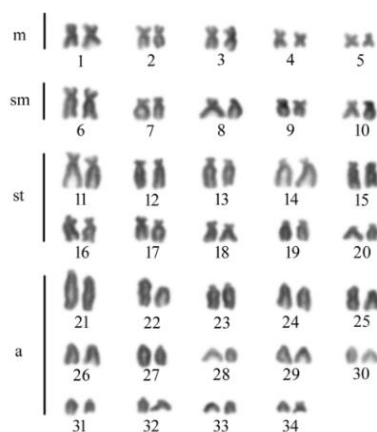
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A família Loricariidae, à qual pertencem os peixes popularmente conhecidos como cascudos, é a maior família da ordem Siluriformes e uma das maiores famílias de peixes neotropicais. Apesar disso, ainda são poucos os dados citogenéticos disponíveis para esse grupo.

A variabilidade cromossômica em *Hypostomus* pode ser verificada pela variação intraespecíficas do número diploide, fórmula cariotípica, localização de heterocromatina e RONS (RUBERT et al., 2008; MILHOMEM et al., 2010; BITTENCOURT et al., 2012, LORSCHIEDER et al., 2018). O número diploide mais baixo no gênero é  $2n=54$  cromossomos (*H. plecostomus*, MURAMOTO et al., 1968), entretanto os exemplares não foram depositados em Museus e sua identificação é duvidosa, uma vez que esta espécie tem sido caracterizada com número diploide  $2n=68$  cromossomos (OLIVEIRA, 2012). Desta forma, o número diploide verificado no gênero pode ser considerado variando de  $2n=64$  cromossomos para *Hypostomus* sp. Xingu-1 (Milhomem et al., 2010) e *H. faveolus* (BUENO et al., 2013) a  $2n=84$  cromossomos em *Hypostomus* sp. 2-rio Perdido (CEREALI et al., 2008).

Os exemplares da espécie *Hypostomus commersoni*, coletados no rio Iguazu, Porto Vitória (PR) revelaram o cariótipo com número diplóide ( $2n$ ) com 68 cromossomos e fórmula cariotípica constituída por cromossomos do tipo: 10 metacêntricos (m), 10 submetacêntricos (sm), 20 subtelocêntricos (st) e 28 acrocêntricos (a) e número fundamental (NF) igual a 108 (figura 03), sem a presença de cromossomos sexuais.

Figura 04. Cariótipo corados Giemsa de *Hypostomus commersoni* coletadas no rio Iguazu, município de Porto Vitória (PR). Legenda: (m) metacêntricos, (sm) submetacêntrico, (st) subtelocêntricos e (a) acrocêntricos



. Fonte: o Autor,2021.

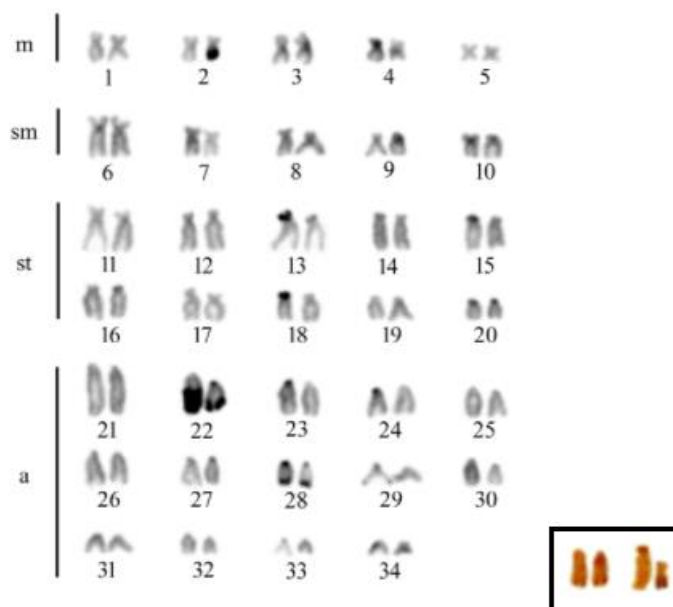
Os dados da técnica de bandamento C revelaram blocos heterocromáticos em regiões pericentroméricas de vários cromossomos, blocos em regiões teloméricas do braço longo do par 28 e 22 e um dos cromossomos dos pares 2 e no braço curto de um dos cromossomos do par 13. As regiões organizadoras de nucleolos (RONs) foram detectados em quatro cromossomos, sendo coincidentes com os blocos heterocromáticos, o par 28 e um dos cromossomos dos pares 2 e 13 (Figura 04), resultados em Ag-RONs múltiplas. Apesar dessa diferenciação dos dados do bandamento C concorda com o padrão estabelecido por (GOLD *et al.*, 1990), no qual os exemplares de *H. Commersoni* apresenta pouca heterocromatima presente nas regiões teloméricas e pericentrómericas.

Foi observado polimorfismo nos blocos heterocromáticos de alguns cromossomos como o par 22. A presença de blocos heterocromáticos é relativamente comum entre os Teleosteos e estão relacionadas com processos de diferenciação entre as populações e processos de especiação (BELLAFRONTTE *et al.*, 2011). Em Loricariidae, variações populacionais no número e tamanho de blocos heterocromáticos foram descritas para *Hisonotus leucofrenatus* (ANDREATA *et al.*, 2010), *Kronichthys lacerta* e *Isbrueckerichthys duseni* (ZIEMNICZAK *et al.*, 2012). No gênero *Hypostomus*, foram observados em *H. iheringii* (TRALDI *et al.*, 2012) e *Hypostomus* sp. B (ARTONI e BERTOLLO, 1999). Estas diferenças podem estar associadas à influência de fatores ambientais, pois as variadas condições de estresse ambiental (físicas e químicas), as quais os organismos estão sujeitos, podem causar a ativação ou inativação de genes mediados por processos de metilação e acetilação da heterocromatina (RIBEIRO, 2013). Essas mudanças mediadas por processos epigenéticos podem ser herdadas (RICHARDS *et al.*, 2010; NICIURA e SARAIVA 2014) e devido a isso, contribuirão para a adaptação dos organismos a novos



ambientes e, conseqüentemente, para a origem de novas espécies.

Figura 05: Cariótipo de *Hypostomus commersoni* coletadas no rio Iguçu, município de Porto Vitória (PR) submetido a técnica de bandamento C. Em destaque, na caixa, os cromossomos submetidos a Ag-RONs. Legenda: (m) metacêntricos, (sm) submetacêntrico, (st) subtelocêntricos e (a) acrocêntricos.



Fonte: o Autor, 2021.

Vários estudos citogenéticos foram realizados em *H. commersoni* (tabela 1) e os dados revelam diferenças da fórmula cariótica, número fundamental, localização de blocos heterocromáticos e localização de Ag-RONs.

Tabela 1. Dados citogenéticos de populações de *H. commersoni*.

Referência / Local de coleta	Formúla Cariótica	Bandeamento C	Ag-RONs
LORSCHIEDER et al., 2018 / Rio Iguçu (União da Vitória/PR)	(12m+12sm+14st+30a)	Predominante em regiões centroméricas, braço curto do cromossomo 13 e um dos pares 15 e 19, braço 26, 28 longo e um dos homólogos do par 4	Múltiplas (braço curto do cromossomo 15 e longos no par 28)
BUENO et al., 2012 / Rio Iguçu (Foz do Iguçu/PR)	(12m+14sm+14st+28a)	Regiões terminais do braço curto do par 23 e um cromossomos do par 17, em região intersticial do braço curto de um cromossomos do par 17 e em região terminal do par 31.	Múltiplas (braço curto na região terminal do braço 23 e um cromossomo do par 17 na região intersticial e região do braço longo do par 31)
MAURUTTO et al., 2012 / Rio Iguçu (Curitiba/PR)	(12m+12sm+8st+36a)	Poucas marcas heterocromáticas apenas na região centromérica e regiões teloméricas de alguns cromossomos.	Múltiplas (cinco cromossomos com variação intraindividual).

---

Presente Estudo / Rio Iguaçu (Porto Vitória/PR)	(10m+10 sm+20st+28a)	Predominantes em regiões pericentroméricas, regiões teloméricas do braço longo do par 28 e 22 e um dos cromossomos dos pares 2 e no braço curto de um dos cromossomos do par 13.	Múltiplas (braço longo na região terminal do par 28 e em um dos cromossomos do par 2 e no braço curto de um dos cromossomos do par 13)
---	----------------------	--	--

---

Fonte: O autor, 2021.

## 6. CONCLUSÃO

Diversos dados citogenéticos apresentados revelam alta complexidade e diversidade de informações, demonstrando grande variação no gênero *Hypostomus*. Até o momento quatro populações de *Hypostomus commersoni* foram analisadas, embora de diferentes localidades, todas pertencentes ao rio Iguaçu, e os dados revelam diferenças entre elas. Considerando que as populações de *H. commersoni* apresentam o mesmo número diploide ( $2n=68$  cromossomos), com diferentes fórmulas cariotípicas podemos inferir que os rearranjos ocorridos durante a diversificação cromossômica entre elas, foram devidos principalmente a rearranjos do tipo não Robertsoniano. Há diferenças das marcações dos blocos heterocromático e a localização das RONS entre as quatro populações.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A.L. et al. Karyotypic relationships among the tribes of Hypostominae (Siluriformes: Loricariidae) with description of XO sex chromosome system in a Neotropical fish species. **Genetica**, 128: 1-9, 2006.
- ARMBRUSTER, J.W. et al. *Hypostomus rhanthos* (Siluriformes: Loricariidae), a new species from southern Venezuela. **Zootaxa**, 1553: 59-68, 2007.
- ARTONI, R.F.; BERTOLLO, L.A.C. Cytogenetic studies on Hypostominae (Pisces, Siluriformes, Loricariidae): considerations on karyotype evolution in the genus *Hypostomus*. **Caryologia**, 49(1): 81–90, 1996.
- ARTONI, R.F.; et al. heteromorphic ZZ/ZW sex chromosome system in fish, genus *Hypostomus* (Loricariidae). **Cytologia**, 63: 421–425, 1998.
- ARTONI, R.F. et al. Citogenética de Peixes Neotropicais: Métodos, Resultados e Perspectivas. **Biological and Health Sciences**, UEPG, 2000.
- ARTONI, R.F. BERTOLLO, L.A.C. Trends in the karyotype evolution of Loricariidae fish (Siluriformes). **Hereditas**, 134: 201-210, 2001.
- BAGGIO, E.C.. et al. Cenário hidroelétrico-ambiental para o Estado do Paraná. Curitiba: **Surehma**. 79, 1992.
- BAUMGARTNER, D. et al. Fish, Salto Osório Reservoir, Iguaçu River basin, Paraná State, Brazil. **Check List**, 2(1): 1-4, 2006.
- BAUMGARTNER, G. et al. Peixes do baixo rio Iguaçu [online]. Maringá: **Eduem**. Siluriformes. pp. 101-146, 2012.
- BELZ, C.E. **Análise de risco de bioinvasão por *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) : um modelo para a bacia do Rio Iguaçu, Paraná**. Tese (Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.) - Ufpr, 2006.
- BELLAFRONTE, E. et al. Chromosomal markers in Parodontidae: an analysis of new and reviewed data with phylogenetic inferences. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 21: 559-570, 2011.
- BERTOLLO, L.A.C. et al. O. Cytotaxonomic considerations of *Hoplias lacerdae* (Pisces, Erythrinidae). **Revista Brasileira de Genética**, v.1, n.2: p. 103-102, 1978.
- BUCKUP, P.A. et al. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. **Museu Nacional**, Rio de Janeiro. 2007.
- BUENO, V. et al. Trends in chromosome evolution in the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Loricariidae): a new perspective about the correlation between diploid number and chromosomes types. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**

**Fisheries**, v. 22. p. 241-250, 2012.

BUENO. et al. Karyotypic diversification in *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Loricariidae): biogeographical and phylogenetic perspectives. *Reviews In Fish Biology And Fisheries*, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 103-112, 7 ago. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11160-012-9280-8>.BURGESS, W.E. An Atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of Siluriformes. United States: **T.F.H. Publications**, 1989.784p.

CARDONE, I. B. **Dieta e morfologia trófica de espécies do gênero *Hypostomus* LACÉPÈDE, 1803 (OSTARIOPHYSI, LORICARIIDAE) no alto curso do rio Corumbataí–SP.** Tese de Doutorado em Zoologia. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006

CARDOSO, Y. P.et al. Origin of species diversity in the catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae) inhabiting the Paraná river basin, with the description of a new species. **Zootaxa**, v. 3453, p. 69–83, 2012.

CHAUFFAILLE, M, L L. F.. Citogenética e biologia molecular em leucemia linfocítica crônica. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, [S.L.], v.27, n.4, p.247-252, dez. 2005. Elsevier BV.<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-84842005000400006>. Disponível em:[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-84842005000400006](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-84842005000400006). Acesso em: 01 set. 2020.

CASATTI, L.. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, Sudeste do Brasil. **Biota Neotrop.** 2(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN02502022002>, 2002.

CEREALI, S. S. et al. Karyotype description of two species of *Hypostomus* (Siluriformes, Loricariidae) of the Planalto da Bodoquena, Brazil. **Genetics and molecular research**, v. 7, n. 3, p. 583-591, 2008.

COVAIN, R.; FISCH-MULLER, S. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes, Loricariidae): a practical key and synopsis. **Zootaxa**, v. 1462, p. 1-40, 2007.

ELETROSUL. O impacto ambiental da ação do homem sobre a natureza – rio Iguaçu, Paraná, Brasil – reconhecimento da ictiofauna, modificações ambientais e usos múltiplos dos reservatórios. Florianópolis: **Eletrosul**, 1978. 33 p.

ESCHMEYER, W. N.; FONG, J. D. SPECIES BY FAMILY/SUBFAMILY. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>). Acesso 28 de Julho de 2020.

FERRARIS, C.J. Catfishes and knifefishes. In: Paxton, J.R.; Eschmeyer, W.N.(Eds). **Encyclopedia of fishes**. San Diego: Academic Press, 1998. p. 106- 12.

FERRARIS, C. J., JR. 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. **Zootaxa**, 1418: 1-628.

FRIDRICH, G. A.; BALDIN, N. O RIO IGUAÇU: percepções ambientais e representações sociais. **Revista Científica Anap Brasil**, [S.L.], v. 8, n. 10, p. 1-16, 19 nov. 2015.

ANAP - **Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista**.

<http://dx.doi.org/10.17271/1984324081020151117>. Disponível em:

[http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap\\_brasil/article/view/117](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/117). Acesso em: 27 jul. 2020.

FROESE, R. AND D. PAULY. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. **www.fishbase.org**, version (12/2019).

FOWLER, H.W. 1954. Os peixes de água doce do Brasil. **Arq. Zool.** São Paulo 1-12:1-400.

GARAVELLO, J.C. & GARAVELLO, J.P. 2004. Spatial distribution and interaction of four species of the catfish genus *Hypostomus* Lacépède with bottom of Rio São Francisco, Canindé do São Francisco, Sergipe, Brazil (Pisces, Loricariidae, Hypostominae). **Braz. J. Biol.** 64B:591-598

GARAVELO JC, et al. The cascudos of the genus *Hypostomus* Lacépède (Ostariophysi: Loricariidae) from the rio Iguaçu basin. **Neotrop Ichthyol.** 2012; 10:263-283.

GUERRA MS. Reviewing the chromosome nomenclature of Levan et al. **Revista Brasileira de Genética** 9: 741-743, 1986

GIULIANO-CAETANO, L. **Polimorfismo cromossômico Robertsoniano em populações de *Rineloricaria latirostris* (Pisces, Loricariinae)**. Tese (Doutorado). Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, 1998.

GOLD, J. R. et al Improved methods for working with fish chromosomes with a review of metaphase chromosome banding. **Journal of Fish Biology**, 37: 563-575, 1990

HOWELL, W. M.; BLACK, D. A. Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. **Experientia**, v. 36, p.1014-1015, 1980.

LEVAN A, et al Nomenclature for centromeric position on chromosomes. **Hereditas** 52: 201-220, 1964

LORSCHIEDER, C. A. et al. Karyotypic diversity of the armoured catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae) in the context of its occurrence and distribution. **Journal Of Fish Biology**, [s.l.], v. 87, n. 4, p.1099-1110, 10 set. 2015

LORSCHIEDER, C. A. et al. Comparative Cytogenetics Among Three Sympatric *Hypostomus* Species (Siluriformes: Loricariidae). **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, [s.l.], v. 61, p. 1-14, 14 nov. 2018.

**FAPUNIFESP** (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-2018180417>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-89132018000100435&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132018000100435&lng=en&tlng=en). Acesso em: 26 abr. 2020.

MAACK, R. 1981. Geografia física do Estado do Paraná. 2.ed. Rio de Janeiro: J. **Olympio**. p. 442.

MAACK, R. Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina **Brazilian Archives of Biology and Technology**, p.169-288, 2001.

MACHADO, F.A.; SAZIMA, I. Comportamento alimentar do peixe hematófago *Branchioica bertonii* (Siluriformes, Trichomycteridae). **Ciência e Cultura**, v.35, n.3,p.344-48, 1982

MARCENIUK, A.P.; HILSDORF, A.W.S. 2010. *Peixes: das cabeceiras do rio Tietê eparque das neblinas*. Bauru, SP, 157p

MACHADO, V, N. **DIVERSIDADE GENÉTICA DOS PEIXES SERRASALMÍDEOS NA AMAZÔNIA**. Orientador: Tomas Hrbek. 2016. Tese (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA DA AMAZÔNIA LEGAL - BIONORTE) – UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, Manaus, 2016. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/5567/5/Tese%20-%20Val%C3%A9ria%20N.%20Machado.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2020.

MARTINS, M, S, A. **Diversidade da fauna demetazoários parasitos de Pimelodus blochii Valenciennes, 1840 (Siluriformes: Pimelodidae) de lagos de várzea da Amazônia brasileira**. 2018. Dissertação (Biologia de Água Doce e Pesca Interior.) -INPA, [S. I.], 2018. Disponível em: [https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/11360/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_INPA.pdf](https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/11360/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_INPA.pdf). Acesso em: 27 jul. 2020.

MAURUTTO, F, A, M et al. Cytogenetic characterization of three allopatric species of *Hypostomus* Lacépède (1803) (Teleostei, Loricariidae). **Caryologia**, [S.L.], v. 65, n. 4, p. 340-346, dez. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00087114.2012.760882>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/264037562\\_Cytogenetic\\_characterization\\_of\\_three\\_allopatric\\_species\\_of\\_Hypostomus\\_Lacepede\\_1803\\_Teleostei\\_Loricariidae](https://www.researchgate.net/publication/264037562_Cytogenetic_characterization_of_three_allopatric_species_of_Hypostomus_Lacepede_1803_Teleostei_Loricariidae). Acesso em: 27 jul. 2020.

MICHELE, J. L.; et al. Karyotypic study of some species of the family Loricariidae (Pisces). **Cytologia**, v. 42, p. 539–546, 1977.

MINEROPAR. Serviço Geológico do Paraná. Geologia e geomorfologia do Paraná. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br>>. Acesso em 20 ago.2020.  
Morrone, Juan. (2014). Biogeographical regionalisation of the Neotropical Region. *Zootaxa*. 3782. 10.11646/**zootaxa**.3782.1.1.

MONTOYA-BURGOS, J. I. et al. Phylogenetic relationships within *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae) and related genera based on mitochondrial d-loop sequences. **Revue Suisse de Zoologie** 109(2): 369-382, 2002

MURAMOTO, J. et al. On the diploid state of the fish order Ostariophysi. **Chromosoma**, v. 24, p. 59-66, 1968.

NARVÁEZ-GÓMEZ, JUAN PABLO et al. Biogeografia Neotropical: História e Conceitos. Biogeografia Neotropical: história e conceitos [in Portuguese], [s. l.], 2018. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/326838837\\_Biogeografia\\_Neotropical\\_historia\\_e\\_conceitos\\_in\\_Portuguese](https://www.researchgate.net/publication/326838837_Biogeografia_Neotropical_historia_e_conceitos_in_Portuguese). Acesso em: 7 mar. 2021.

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 600p, 1994

NELSON, J. S. Fishes of the world. 4. ed., 2006. 662p. ALEXANDER, R.M. Structure and function in catfish. **J. Zool.**, v.148, p.88-152, 1965.

NELSON, J. S. **Fishes of the World**. John Wiley & Sons, 4 a edição, p. 162-170, 2006.

NICIURA, S.C.M.; SARAIVA, N.Z. Epigenética: bases moleculares, efeitos na fisiologia e na patologia, e implicação para a produção animal e vegetal. **EMBRAPA**, Brasília, DF, BR. 286pp, 2014.

PASCHOARELLI, L. C.; et al. Características Qualitativas, Quantitativas de Abordagens Científicas: estudos de caso na subárea do Design Ergonômico. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 65-78, 1 out. 2018.

PEIXOTO, VI, M. **AVALIAÇÃO DO STATUS DE CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO HYPOSTOMUS (SILURIFORMES: LORICARIIDAE)**. Relatório Final, PIRASSUNUNGA, 2012. Disponível em: [http://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/15592/mod\\_folder/content/0/AVALIA%C3%87%C3%83O%20DO%20STATUS%20DE%20CONSERVA%C3%87%C3%83O%20DE%20ESP%C3%89CIAS%20DO%20G%C3%8ANERO%20HYPOSTOMUS%20%28SILURIFORMES%20LORICARIIDAE%29.pdf?forcedownload=1](http://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/15592/mod_folder/content/0/AVALIA%C3%87%C3%83O%20DO%20STATUS%20DE%20CONSERVA%C3%87%C3%83O%20DE%20ESP%C3%89CIAS%20DO%20G%C3%8ANERO%20HYPOSTOMUS%20%28SILURIFORMES%20LORICARIIDAE%29.pdf?forcedownload=1). Acesso em: 27 jul. 2020.

PEREZ, C.F. **Estudo taxonômico das espécies do gênero *Hypostomus Lacépède, 1803* (Siluriformes, Loricariidae) de rios do leste do Brasil**. Orientador: Julio Cesar Garavello. 2018. Dissertação (Ecologia e Recursos Naturais) - Ufscar, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10207?show=full>. Acesso em: 27 jul. 2020.

PEREIRA, M. C. B.; et al. Bacias hidrográficas do Paraná. Série Histórica. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente Recurso Hídrico**. Curitiba: Curitiba, 2010.

PINNA, M. C. C. Phylogenetic Relationships of Neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi): Historical Overview and Synthesis of Hypotheses. In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M. S; LUCENA, C. A. S. **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. Porto Alegre: Edipucrs, 1998.



p. 279-331.

PINKEL D, S T, G JW. Cytogenetic analysis using quantitative, high-sensitivity, fluorescence hybridization. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 83: 2934–2938, 1986

REIS, R. E. et al Review of the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 from Southern Brazil, with descriptions of three new species (pisces, Siluriformes, Loricariidae). **Revue Suisse Zool**, v. 97, n. 3, p.729-766, 1990.

REIS, R. E.; et al. eds Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. **Edipucrs**, Porto Alegre. 729p. 2003.

REIS, R. E. et al. Fish Biodiversity and Conservation in South America. **Journal of fishbiology**, n. June, 2016.

RIBEIRO, A C; D,L, et al Biogeografia dos Peixes de Água Doce da América do Sul. In: BIOGEOGRAFIA da América do Sul. Padrões & Processos. [S. l.]: **Roca**, cap. 16, p. 271-276, 2011.

RIBEIRO, L.B. **Mapeamento físico cromossômico de elementos repetitivos em *Colossoma macropomum* (Characiformes, Serrasalminidae) associado à piscicultura.** Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 105pp. 2013.

RICHARDS, C.L. et al .2010. What role does heritable epigenetic variation play in phenotypic evolution? **BioScience**, 60(3): 232-237.

RUBERT M, R, R. et al Cytogenetic characterization of four species of the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Loricariidae) with comments on its chromosomal diversity. **Comparative Cytogenetics** 5(5): 397- 410.  
<https://doi.org/10.3897/compcytogen.v5i5.1589>, (2011)

RUBERT, M. et al, L. Cytogenetic characterization of *Hypostomus nigromaculatus* (Siluriformes: Loricariidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 1, p. 93–100, 2008.

SANTOS, J, L G, D. et al. INTEGRAÇÃO ENTRE DADOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS EM UMA PESQUISA DE MÉTODOS MISTOS. **Texto & Contexto**

- **Enfermagem**, [s. l.], v. 26, ed. 3, 2017.

DOI <http://dx.doi.org/10.1590/0104-07072017001590016>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-07072017000300330](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072017000300330). Acesso em: 27 ago. 2020.

SPADELLA, M, A. **ESTUDO FILOGENÉTICO NA SUPERFAMÍLIA LORICARIOIDEA (TELEOSTEI: SILURIFORMES) COM BASE NA ULTRAESTRUTURA DOS**

**ESPERMATOZÓIDES.** Orientador: Irani Quagio-Grassiotto. 2004. Tese (Biologia Celular e Estrutural) - Unicamp, [S. l.], 2004. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/317612>. Acesso em: 27 jul. 2020.

SENE, V, F, D. **Mapa cromossômico e análise citogenética molecular das espécies e populações de peixes da família Heptapteridae (Siluriformes) nas bacias hidrográficas dos rios Grande, Tietê e Paranapanema.** 2016.

Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zooologia) - Unesp, Botucatu, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/143905>. Acesso em: 7 ago. 2020.

SLOBODIAN, V. **Taxonomia, sistemática e biogeografia de *Brachyrhamdia Myers, 1927* (Siluriformes: Heptapteridae), com uma investigação sobre seu mimetismo com outros siluriformes.** Orientador: Flávio A. Bockmann. 2013.

Taxonomia, sistemática e biogeografia de *Brachyrhamdia Myers, 1927* (Siluriformes: Heptapteridae), com uma investigação sobre seu mimetismo com outros siluriformes (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Ribeirão Preto, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-11062013-084457/pt-br.php>. Acesso em: 27 jul. 2020.

SUMNER, A.T.A. Simple Technique for Demonstrating Centromeric Heterochromatin. *Experimental Cell Research*, v.75, n. 1, p. 304-306, 1972.

TRALDI, J.B.; et al. First karyotype description of *Hypostomus iheringii* (Regan, 1908): a case of heterochromatic polymorphism. *Comp Cytogenet*. 6: 115-125, 2012

ZAWADZKI CH; et al. Genetic and morphometric analysis of three species of the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes: Loricariidae) from the Rio Iguaçu basin (Brazil). *Rev Suisse Zool*. 1999; 106: 91-105.

ZIEMNICZAK, K. et al. Comparative cytogenetics of Loricariidae (Actinopterygii: Siluriformes): emphasis in 70 Neoplecostominae and Hypoptopomatinae. *Italian Journal of Zoology*. v. 79, p. 492-501, 2012.