



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ-UESPI
CAMPUS ALEXANDRE ALVES DE OLIVEIRA
LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



Sandra Araujo da Silva

**ESTUDOS CITOGENÉTICOS EM *Prochilodus lacustris* STEINDACHNER,
1907 (TELEOSTEI, CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE) DA
POPULAÇÃO DO DELTA DO RIO PARNAÍBA**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Piauí, campus Alexandre Alves de Oliveira, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Alessandra Ribeiro Torres

PARNAÍBA - PI

2020

S586e Silva, Sandra Araujo da.

Estudos citogenéticos em *Prochilodus lacustris* Steindachner, 1907 (Teleostei, characiformes, Prochilodontidae) da população do Delta do Parnaíba / Sandra Araujo da Silva. - 2020.

18 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, *Campus* Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba-PI, 2020.

“Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Ribeiro Torres.

1. *Prochilodus*. 2. *Prochilodus* – Delta do Parnaíba (PI).
3. Ictiocitogenética. I. Título.

CDD: 591.916.2

Sandra Araujo da Silva

Estudos Citogenéticos em *Prochilodus lacustris* Steindachner, 1907 (Teleostei, Characiformes, Prochilodontidae) da população do Delta do Rio Parnaíba

Aprovação em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Alessandra Ribeiro Torres

Presidente

Prof^a. Dra. Kelly Sivocy Sampaio Teixeira

Membro 1 da banca

Prof. Dr. Francisco Arthur e Silva Filho

Membro 2 da banca

Agradecimentos

Primeiramente ao meu Deus, pela vida, por todos os pedidos atendidos, por sempre me mostrar o melhor caminho e por ter permitido que eu chegasse até aqui.

Aos meus avós Maria Bibiana e Manoel, por todo o apoio e orações ao meu favor pra que eu pudesse ser melhor. Sei que esse sonho é de vocês também!

Aos meus irmãos, que de alguma forma me ajudaram no caminho trilhado, em especial minha irmã, Fran, por toda ajuda, carinho e cuidado. Ao meu noivo, Wellington, por sempre ter me apoiado em tudo, pelos conselhos e por toda paciência. Aos meus pais, por sempre terem acreditado em mim.

À Dr^a. Alessandra Torres, pela orientação, pelo apoio, pelo voto de confiança e por acreditar em mim. Você foi uma peça fundamental na minha formação como bióloga e futura geneticista (amééém!!). Obrigada por sempre ter me recebido bem, e pelas caronas dadas até aqui. hahaha

Aos meus amigos de curso e da vida, Debora, Jarliane, Letícia, Lorena, Talita e Renan, por todas as risadas e companheirismo. Sem vocês essa graduação não seria a mesma.

Às meninas da citogenética, por terem me auxiliado durante as primeiras práticas no laboratório.

À todos os meus professores que desde 2016 sempre contribuíram para a minha formação.

RESUMO

A família Prochilodontidae pode ser encontrada em toda a América do Sul, estando presente nas principais bacias hidrográficas brasileiras. Esta é composta por 21 espécies e 3 gêneros: *Prochilodus*, *Semaprochilodus* e *Ichthyoelephas*. O gênero *Prochilodus* se sobressai em relação aos demais, por possuir o maior número de espécies descritas, sendo 13 no total. Destaca-se aqui a espécie *Prochilodus lacustris*, conhecida popularmente por curimatã, encontrada nas Bacias dos rios Parnaíba e Mearim, caracterizada por ter intensa atividade migratória, sendo considerada endêmica para a bacia do Rio Parnaíba. Não existem informações sobre análises citogenéticas para esta espécie. Assim esse trabalho tem o objetivo de caracterizar cromossomicamente a população do Rio Parnaíba. O processamento e preparação para obtenção de cromossomos mitóticos foram realizados no Laboratório de Genética e Citogenética da UESPI – Parnaíba (PI), seguindo a técnica de preparação direta. A população apresentou um número diplóide igual a 54 cromossomos e número fundamental igual a 108; sendo a família Prochilodontidae, um grupo relativamente conservado. Os representantes de *P. lacustris* apresentam fórmula cariotípica de 19 cromossomos metacêntricos e 8 submetacêntricos, além de apresentarem um par de microcromossomos supranumerários. Esses também foram observados em outras espécies. Assim, *P. lacustris* diferencia das outras do mesmo gênero, por sua fórmula cariotípica.

Palavras-Chave: Cariótipo, *Prochilodus*, Ictiocitogenética.

ABSTRACT

The Prochilodontidae family can be found throughout South America, being present in the main Brazilian hydrographic basins. This is composed of 21 species and 3 genera: *Prochilodus*, *Semaprochilodus* and *Ichthyoelephas*. The genus *Prochilodus* stands out in relation to the others, as it has the largest number of described species, 13 in total. The *Prochilodus lacustris* species, found in the Parnaíba and Mearim River Basins, is characterized by its intense migratory activity and is considered endemic to the Parnaíba River basin. There is no information on cytogenetic analyzes for this species. Thus, this work has the objective of chromosomally characterizing the Parnaíba River population. The processing and preparation to obtain mitotic chromosomes were carried out at the Genetic and Cytogenetic Laboratory of UESPI – Parnaíba (PI), following the direct preparation technique. The population presented a diploid number of 54 chromosomes and a fundamental number of 108. The Prochilodontidae family is a relatively conserved group. The representatives of *P. lacustris* have a karyotype formula composed with 19 metacentric and 8 submetacentric chromosomes, and a pair of supernumerary microchromosomes. These have also been observed in other species. Thus, *P. lacustris* differs from others of the same genus, due to its karyotype formula.

Keywords: karyotype, *Prochilodus*, Ictiocyto genetics.

LISTA DE ABREVIATURAS

AgNOR.....	NORs coradas com
nitrate de Prata	
CFMV.....	Conselho Federal de
Medicina Veterinária	
M.....	Mol
mg/L.....	Miligrama por litro
ml.....	Mililitro
m.....	Metacêntricos
sm.....	Submetacêntricos
NORs.....	Regiões organizadoras
de nucléolos	

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Exemplar de *Prochilodus lacustris* (Steindachner, 1907) coletado no Rio Parnaíba, Ilha Grande (PI) – Brasil..... 10
- Figura 2. Cariótipo de exemplar de *Prochilodus lacustris* (Steindachner, 1907) da população do Rio Parnaíba. Em destaque os microcromossomos Bs..... 13

Sumário

1. Introdução.....	10
2. Material e Métodos.....	13
3. Resultados e Discussão.....	14
4. Conclusão.....	16
5. Referências Bibliográficas.....	17

1. INTRODUÇÃO

O Delta do Rio Parnaíba cobre uma área de 2.700km², sendo que 65% está no Maranhão e 35% no Piauí, dividindo os dois Estados. É constituído por aproximadamente 80 ilhas com florestas tropicais férteis, além de diversas praias, igarapés, imensas dunas formadas pelos ventos e florestas de mangues e carnaubais (SILVA, 2004).

De acordo com Ramos, Ramos e Ramos (2014), a ictiofauna da bacia do Rio Parnaíba é composta por 146 espécies de peixes distribuídas em 103 gêneros, 36 famílias e 14 ordens. Porém, durante o período de estiagem a ocorrência de peixes de água doce costuma limitar-se apenas ao início da zona estuária.

Dentre as famílias citadas acima, encontra-se a Prochilodontidae, sendo reconhecida como monofilética por Castro e Vari (2004). Esta é encontrada em toda a América do Sul, estando presente nas principais bacias hidrográficas brasileiras (CASTRO; VARI, 2003) A família é composta por 21 espécies e 3 gêneros: *Prochilodus*, *Semaprochilodus* e *Ichthyoelephas* (CASTRO; VARI, 2003), podendo ser distinguida com facilidade de outras famílias, através de sua morfologia, que apresenta lábios carnudos, com duas séries de dentes falciformes ou espatulados, relativamente pequenos, unidos aos lábios protáteis (CASTRO; VARI 2003, 2004). Além disso, tem grande importância nos estudos filogeográficos em ampla escala espacial (PIORSKI, 2010).

O gênero *Prochilodus* se sobressai em relação aos demais gêneros pertencentes à Prochilodontidae, por possuir o maior número de espécies descritas, sendo 13 no total (CASTRO; VARI, 2004). Seus espécimes são conhecidos popularmente como curimbãs, curimatãs ou curimatás (CARDOSO, 2016). Castro e Vari (2004) avaliaram 10 espécies deste gênero ocorrendo no Brasil, sendo elas e suas respectivas áreas de ocorrência: *P. brevis*, *P. hartii* e *P. lacustris* encontradas nas bacias costeiras do nordeste; *P. britskii* na bacia do Tapajós; *P. nigricans* na bacia do Amazonas e do Tocantins; *P. rubrotaeniatus* nos afluentes do rio Negro (bacia Amazônica); *P. vimboides* nos rios Jequitinhonha (Paraíba do Sul), costeiros e nas cabeceiras do alto Paraná e São Francisco; *P. lineatus* na bacia do rio da Prata e Paraíba do Sul e *P. argenteus* e *P. costatus*, sendo que estas duas últimas espécies são endêmicas da bacia do São Francisco.

Destaca-se aqui a espécie *Prochilodus lacustris* (Figura 1), encontrada nas Bacias dos rios Parnaíba e Mearim (FISHBASE, 2019), caracterizada por ter intensa atividade migratória (GOULDING, 1981), é considerada endêmica para a bacia do Rio Parnaíba (ROSA, 2003). Porém, ainda nos dias de hoje, pouco se sabe sobre esta população, fazendo-se necessário a realização de mais estudos que sustentem a informação acima citada.

Espécimes de *P. lacustris* podem ser facilmente diferenciados de suas congêneres por caracteres diferenciados como escamas com subdivisões cruciformes pouco elaboradas e um maior número de fileiras horizontais de escamas entre a origem da nadadeira pélvica e a linha lateral

(CASTRO; VARI, 2004). Esta tem ampla variabilidade genética, sendo que dos rios maranhenses, o Parnaíba é o que contém a população com maior variabilidade (PIORSKI, 2010).

Figura 1: Exemplar de *Prochilodus lacustris* (Steindachner, 1907) coletado no Rio Parnaíba, Ilha Grande, Piauí - Brasil.



Fonte: Arquivo pessoal

Estudar e analisar cromossomos em vertebrados pode ter diversos fins científicos, como o de colaborar para o conhecimento dos cromossomos em termos de estrutura, organização molecular e o mapeamento de genes específicos (KASAHARA, 2009). A citogenética é a ciência responsável por todos os estudos que dizem respeito aos cromossomos, estejam eles separados, agrupados, condensados ou descondensados (GUERRA, 1988). Sendo assim, a ictiocitogenética compreende os estudos citogenéticos em peixes. Tais estudos disponibilizam contribuições para a resolução de diversos problemas relacionados à evolução (TOLEDO F.º, 1978 *apud* TORRES-MARIANO, 2001).

De acordo com Torres-Mariano (2001), os peixes possuem cromossomos numerosos e pequenos, o que dificulta o seu pareamento, por isso, para que haja a obtenção de características mais minuciosas, a ictiocitogenética utiliza métodos desenvolvidos para cromossomos de mamíferos.

Estudos citogenéticos em peixes se mostram cada vez mais importantes e com avanços significativos. Um dos pontos mais relevantes para se estudar a citogenética é a distinção de diferentes espécies que podem estar relacionadas entre si. Bertollo, et al. (2000, *apud* KANTEK, 2005) afirmam que análises ictiocitogenéticas em múltiplos grupos, apontam que em diversas bacias é possível encontrar peixes que se distinguem citogeneticamente, mas taxonomicamente essa distinção não ocorre em alguns casos.

Várias análises foram realizadas nas diferentes espécies de *Prochilodus*, através de marcadores mitocondriais e nucleares, fazendo com que o gênero se tornasse importante nos estudos genéticos (MELO, 2011). Os membros da família Prochilodontidae, na maioria das vezes, possuem o mesmo padrão de cariótipo (GRAS et al., 2007). O gênero *Prochilodus* apresenta um cariótipo relativamente conservado, com larga distribuição geográfica na América do Sul, com $2n = 54$ cromossomos do tipo meta/submetacêntricos, número fundamental igual a 108, ausência de cromossomos sexuais e presença de cromossomos supranumerários de vários números, tamanhos e formas (PAULS E BERTOLLO, 1990; FENOCHIO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2003;

HATANAKA, 2004; ARTONI et al., 2006; VOLTOLIN, 2012; JORGE et al., 2011).

Cromossomos “B” ou supranumerários são cromossomos adicionais e normalmente dispensáveis. Estes são encontrados em algumas espécies de plantas e animais. Sua origem teria sido a partir de cromossomos do complemento padrão “A”, porém, estes não recombinaem entre si (CAMACHO E PARKER, 1994; VOLTOLIN, 2012). Desde a sua descoberta no início do século XX por Wilson, eles vêm sendo constantemente estudados (CAMACHO; SHARBEL; BEUKBOOM, 2000), entretanto, possuem particularidades nos diferentes organismos, em relação à sua estrutura e função, tornando difícil se chegar a uma conclusão sobre a sua importância para as espécies que os possuem (OLIVEIRA et al., 1997)

Análises das regiões organizadoras de nucléolos (NORs) coradas com nitrato de Prata (AgNORs) revelam um único par de cromossomos marcados intersticialmente, confirmado por FISH utilizando sonda do sítio rRNA 18S, com frequente polimorfismo de tamanho. A sonda rRNA 5S mostrou que está em sentença com o gene 18S, porém localizado em região mais terminal (PAULS E BERTOLLO, 1983, 1990; HATANAKA, 2004). Jesus e Moreira-Filho, (2003), encontraram uma variação em sua localização em alguns exemplares. A heterocromatina está distribuída nas regiões centroméricas e pericentroméricas de quase todos os cromossomos (PAULS E BERTOLLO, 1990; OLIVEIRA et al., 2003; VICARI et al., 2006; VOLTOLIN et al., 2013)

Devido a grande abundância de espécimes pertencentes à família Prochilodontidae, seus representantes são considerados elementos bastante importantes para a pesca comercial e de subsistência em toda a América do Sul, onde se fazem presentes (GOULDING, 1981). De acordo com dados do Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura (2011), no ano de 2011 foram pescadas mais 28.643,0 t de espécimes de *Prochilodus* em todo o país.

No Estado do Piauí, peixes do gênero *Prochilodus* são muito apreciados como alimento, sendo possível encontrar indivíduos da espécie em feiras locais. Desta forma, a pesca indiscriminada pode levar as populações *P. lacustris* ao declínio e até mesmo ao risco de extinção. Não existem estudos da dinâmica populacional, da biologia, do comportamento e muito menos dados citogenéticos para este gênero na bacia do Rio Parnaíba. Esses dados são importantes para a preservação de populações em geral. Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar a primeira caracterização citogenética de *Prochilodus lacustris* da população do Rio Parnaíba no Delta, identificando seu número de cromossomos, organização cariotípica e número fundamental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes de *Prochilodus lacustris* foram coletados no Rio Parnaíba (2°50'13''S 41°51'38''W), no município de Ilha Grande (PI) e foram identificados taxonomicamente. Para coletá-los, foi utilizada tarrafa com malha de 3,5cm. Foram capturados 6 exemplares/coleta, e estes ficaram acondicionados em aquários aerados, até o momento da eutanásia. Antes de serem eutanasiados, os exemplares receberam uma aplicação de lisado bacteriano para estimular a produção de células sanguíneas e depois de aproximadamente 24 horas, foi aplicada colchicina 0,025%, 1 mL.100g, que agiu por 30 minutos para parar as células em metáfase. No momento da eutanásia, os exemplares foram anestesiados com benzocaína (100mg/L de acordo com Ross e Geddes, 1979), de acordo com a massa corporal de cada animal, segundo a Resolução nº 714 CFMV (2002). Depois de retirado o rim cefálico, os animais foram fixados e armazenados no laboratório de Genética e Citogenética, no Campus Professor Alexandre Alves de Oliveira, no município de Parnaíba (PI). Alguns exemplares foram identificados no Laboratório de Ictiologia, da UESPI – Parnaíba, Campus “Alexandre Alves de Oliveira”.

Para obtenção dos cromossomos mitóticos, no intuito de determinar o número e organização dos cromossomos, além do número fundamental, utilizou-se a técnica descrita por Bertollo et al., 1978:

Após a aplicação de solução de colchicina 0,025%, na proporção de 1 mL.100g de massa, intraperitonealmente, realiza-se a eutanásia no peixe, colocando-o em um pequeno recipiente com água e benzocaína (100mg/mL) para a retirada do rim cefálico. Este foi imerso em solução de cloreto de Potássio 0,075M para hipotonização das células. O material foi aquecido a uma temperatura de 37°C em banho-maria durante 20min, centrifugada durante 10min. Seu sobrenadante foi retirado e fixado em uma solução de metanol/ácido acético (3:1). Esta fixação foi repetida mais duas vezes, para ser armazenado em freezer a -20°C, em tubos plásticos de 1,5mL. Uma pequena porção da amostra foi gotejada em lâmina de vidro aquecida a 67°C e corada com Giemsa 5% por 10 minutos e analisada em microscópio óptico, em objetiva de 100X. Os cromossomos foram medidos e a relação entre os braços determinou os tipos, para a montagem de cariótipo (LEVAN et al., 1964). O número fundamental foi determinado somando os braços menores e maiores de todos os cromossomos.

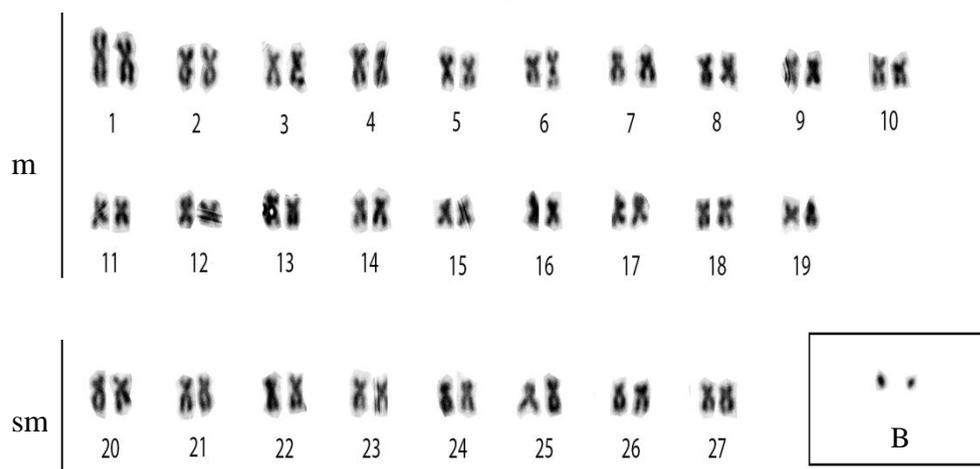
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os peixes que compõem a família Prochilodontidae, geralmente apresentam um cariótipo relativamente conservado, obedecendo a um padrão cariotípico encontrado no gênero *Prochilodus* que é de $2n=54$ cromossomos (JORGE; SANCHEZ; MOREIRA-FILHO, 2011).

Os exemplares analisados neste estudo apresentaram um número cromossômico diploide igual a 54 ($2n=54$). Não houve a presença de cromossomos sexuais, portanto, não foi possível a distinção sexual através da análise cariotípica. Porém, apesar de *P. lacustris* não possuir tais cromossomos, a presença de gônadas, estrutura morfofisiológica (HOAR; RANDALL; DONALDSON, 1983), torna possível distinguir morfologicamente machos e fêmeas. Tendo em vista tal aspecto morfológico, foi realizado um corte ventro-longitudinal em cada exemplar para observação das gônadas e identificação dos espécimes, avaliando aspectos como coloração e presença de ovócitos. Tal processo permitiu observar que todos os exemplares coletados e analisados eram fêmeas.

O cariótipo da espécie é composto por 19 pares de cromossomos metacêntricos e 8 submetacêntricos, diferenciando essa espécie de outras do mesmo gênero, tais como *Prochilodus lineatus* e *Prochilodus costatus* que possuem fórmula cariotípica igual a 20 pares de cromossomos metacêntricos e 7 pares submetacêntricos (VICARI, 2006; MELO, 2015). Assim, essa característica pode ser considerada um marcador citogenético. O número fundamental corresponde a 108, uma vez que todos os cromossomos são constituídos por dois braços (Figura 2).

Figura 2: Cariótipo de exemplar fêmea de *Prochilodus lacustris* (Steindachner, 1907) da população do Rio Parnaíba. Em destaque os microcromossomos Bs.



Fonte: Arquivo pessoal

Os dados apresentados acima a respeito do gênero *Prochilodus*, podem ser confirmados em estudos citogenéticos, que demonstram um número cromossômico altamente conservado variando apenas a quantidade de cromossomos de cada tipo (VOLTOLIN, 2012; FERREIRA, 2015; VICARI, 2006). Essa conservação em relação ao número diplóide pode ser observada nos três

gêneros que compõem a família Prochilodontidae (VOLTOLIN, 2012; TURSELLINO et al., 2016)

Na população estudada, foram observados 2 microcromossomos supranumerários em todas as metáfases analisadas. Em outras espécies do mesmo gênero, tais como *P. lineatus*, *P. brevis*, *P. nigricans*, *P. mariae*, *P. argenteus* e *P. Costatus* foram encontrados cromossomos “B” dos tipos acocêntricos, metacêntricos, submetacêntricos e microcromossomos, com quantidade variável. (VOLTOLIN 2010; PENITENTE, 2016; MELO et al., 2017).

Levando em consideração que o gênero possui seis espécies com a presença de cromossomos supranumerários, *P. lacustris* passa a ser a sétima espécie de *Prochilodus* a possuir cromossomos do complemento B.

De acordo com Ramos et al. (2014), o Rio Parnaíba é uma área de endemismo, possuindo 54 espécies endêmicas e dentre estas, encontra-se a *P. lacustris*. Tal característica colabora para a existência de poucos estudos relacionados à sua biologia. Em relação à citogenética, não foram encontrados dados para esta espécie.

4. CONCLUSÃO

As análises desse trabalho permitem concluir que os representantes da espécie *Prochilodus lacustris* possuem o mesmo padrão de cariótipo seguido pela família Prochilodontidae, porém, com fórmula cariotípica diferente das outras espécies, permitindo identificá-la. Foi constatada a presença de dois microcromossomos supranumerários. Verificou-se a necessidade de novos estudos sobre a espécie, visto que não há registro literário que caracterizem a citogenética desta.

Tais informações são importantes para a conservação e conhecimento comportamental e biológico da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTONI, R. F.; VICARI, M. R.; ENDLER, A. L.; CAVALLARO, Z. I.; JESUS, C. M.; ALMEIDA, M. C.; MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. C. Banding pattern of A and B chromosomes of *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae), with comments on B chromosomes evolution. **Genetica**. v.127, p.277–284, 2006
- BERTOLO, L. A. C.; TAKAHASHI, C. S.; MOREIRA-FILHO, O. Citotaxonomic considerations on *Hoplias lacerdae* (Pisces, Erythrinidae). **Brasilian Journal of genetics**. v.1 (2) p.103-120, 1978
- CAMACHO, J. P. M.; PARKER, J. Bewildering Bs: an impression of the 1st B-Chromosome Conference. **Heredity**. v. 73, p. 28-336, 1994
- CAMACHO, J. P. M.; SHARBEL, T. F.; BEUKBOOM, L. W. B-chromosome evolution. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**, p.163-78, 2000
- CARDOSO, R. L. Aspectos reprodutivos e biomarcadores em *Prochilodus lacustris* (pisces, Prochilodontidae) para avaliação de impactos em uma área protegida do Maranhão, Brasil. 2016. Dissertação (Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca). Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.
- CASTRO, R. M. C; VARI, R. P. Family Prochilodontidae. In: Reis RE, Kullander SO & Ferraris Jr. CJ. Check List of the Freshwaters of South and Central America, Porto Alegre, EDIPUCRS, p. 65-70, 2003.
- CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. Detritivores of the South American Fish Family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysis: Characiformes): A Phylogenetic and Revisionary Study. **Smithsonian Contributions to Zoology**, n. 622, p.1 – 189, 2004.
- FENOCHIO, A. S.; PASTORI, M. C.; RONCANTI, H. A.; MOREIRA-FILHO, O.; BERTOLLO, L. A. A cytogenetic survey of the fish fauna from Argentina. **Caryologia**. v.56, n.2, p.197-204, 2003.
- FERREIRA, F. F. Comparação citogenética entre populações de *Prochilodus argenteus* spix & agassiz, 1829 (characiformes, prochilodontidae) a montante e a jusante da uhe de Três Marias, bacia do são francisco, Minas Gerais, Brasil. 2015. Dissertação (Pós-Graduação em Biologia Animal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FISHBASE. Distribution South Ameica: Parnaíba e Mearim River basins in Brazil. Disponível em: <https://www.fishbase.de/summary/Prochilodus-lacustris>. Acesso em: 15 dez. 2019
- GOULDING, M. Man and fisheries on na Amazon frontier. In: DUMONT, H.J. (Ed.). **Developments in Hidrobiology**: The Hague: W. Junk Publishers, 1981, p.137
- GRAS, D. E.; BRASSESCO, M. S.; MARKARIANI, R.; RONCATI, H.A.; SAKAMOTO-HOJO, E.T.; FENOCCHIO, A.S.; PASTORI, M.C. Cytogenetic polymorphism in *Prochilodus lineatus* (Pisces: Characiformes) from the middle Paraná River, Santa Fe City, Argentina. **Comparative Cytogenetics**. v.1, n.2, p.113-119, 2007.
- GUERRA, M. **Introdução à citogenética geral**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1988.
- HATANAKA, T.; GALETTI, JR. P. M.; Mapping of the 18S and 5S ribosomal RNA genes in the fish *Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829 (Characiformes, Prochilodontidae). **Genética**. v.122, p.239-244, 2004.
- HOAR, W. S.; RANDALL D. J.; DONALDSON E. M. In: HOAR, W. S. **Fish physiology reproduction**. Part A- Endocrine Tissues and Hormones, Academic Press, p. 223- 275, New York, 1983
- ICMBio. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011, (2011). Disponível em: icmbio.gov.br. Acesso em: 15 jan. 2020

- JESUS, C. M.; MOREIRA-FILHO, O. Chromosomal location of 5S and 18S rRNA genes in *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae). **Caryologia**. v.56, n.3, p.281-287, 2003.
- JORGE, L. C.; SANCHEZ, S.; MOREIRA-FILHO, O. Chromosomal characterization of *Prochilodus lineatus* from Paraná River, Corrientes, Argentina. I. B Chromosomes and NOR Banding. **Cytologia**. v. 76, n.2, p.219-222, 2011.
- KANTEK, D. L. Z. **Estudo citogenético comparativo entre populações de uma espécie de *Astyanax* (Characidae, tetragonopterinae) endêmica do Rio Iguaçu**. 2005. Dissertação (Mestrado em Genética). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- KASAHARA, S. **Introdução à Pesquisa em Citogenética de Vertebrados**. 1ª ed. Sociedade Brasileira de Genética. Ribeirão Preto (SP). 2009. 160p.
- LEVAN, A.; FREDGA, K.; SANDBERG, A. A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. **Hereditas**. v.52, n.2, p.201-220, 1964
- MELO, B. F. **Genética de populações de *Prochilodus argenteus* e *P. costatus* do médio São Francisco**. 2011. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Genética). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- MELO, S.; UTSUNOMIA, R.; PENITENTE, M.; SCUDELER, P. E. S.; FORESTI, F. P.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F.; DERGAM, A. J. B chromosome dynamics in *Prochilodus costatus* (Teleostei, Characiformes) and comparisons with supernumerary chromosome system in other *Prochilodus* species. **CompCytogen**. v.11, n.2, p.393–403, 2017
- OLIVEIRA, C.; NIRCHIO, M.; GRANADO, A.; LEVY, S. Karyotypic characterization of *Prochilodus mariae*, *Semaprochilodus kneri*, and *S. laticeps* (Teleostei: Prochilodontidae) from Caicara del Orinoco, Venezuela. **Neotropical Ichthyology**. v.1, n.1, p.47-52, 2003.
- OLIVEIRA, C.; SABOYA, S. M. R.; FORESTI, F.; SENHORINI, J. A.; BERNARDINO, G. Increased B chromosome frequency and absence of drive in the fish *Prochilodus lineatus*. **Heredity**. v.79, p.473-476, 1997
- PAULS, E.; BERTOLLO, L. A. C. Evidence for a system of supernumerary chromosomes in *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881 (Pisces, Prochilodontidae). **Caryologia**. v.36, n.4, p.307-314, 1983
- PAULS, E.; BERTOLLO, L. A. C. Distribution of a supernumerary chromosome system and aspects of karyotypic evolution in the genus *Prochilodus* (Pisces, Prochilodontidae). **Genética**. v.81, p.117-123, 1990.
- PENITENTE, M.; DANIEL, S. N.; SCUDELER, P. E. S.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F.; B chromosome variants in *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae) analyzed by microdissection and chromosome painting techniques. **Caryologia**. 2016
- PIORSKI, N. M. 2010. **Diversidade genética e filogeografia das espécies *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974) e *Prochilodus lacustris* (Steindachner, 1907) no nordeste do Brasil**. PhDthesis, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil, 2010.
- RAMOS, T. P.A.; RAMOS, R.T. C.; RAMOS, S.A.Q.A. Ichthyofauna of the Parnaíba river basin, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**. v. 14, n.1, p.1-8, 2014.
- ROSA, R. R.; Menezes, N. A.; Britski, H. A.; Costa, W. J. E. M.; Groth, F. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga. **Ecologia e Conservação da Caatinga**, p. 135-180, 2003.
- ROSS, L. G.; GUEDES, J. A. Sedation of warm-water fish species in aquaculture research. **Aquaculture**. v.16, p.183-186, 1979
- SILVA, M. F. L. **O ecoturismo no delta do Parnaíba – PI e entorno: Turismo e sustentabilidade**. 2004. Monografia (Especialista em Turismo e Hospitalidade). Universidade de Brasília, Brasília.

TORRES-MARIANO, A. R. **Descrição citogenética de três espécies do gênero Astyanax (Pisces, Characidae) da bacia do Rio Araguari – Uberlândia (MG)**. 2001. 61f. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

TURSELLINO, M. N.; SILVA, D. M. Z. A.; ABAD, C. Q.; BLACIO, W. A. M.; ROMERO, O. R. S.; OLIVEIRA, C. First cytogenetic analysis of *Ichthyoelephas humeralis* (Günther, 1860) by conventional and molecular methods with comments on the karyotypic evolution in Prochilodontidae. **CompCytogen.** V.10, n.4, p.615–624, 2016

VICARI, M. R.; ALMEIDA, M. C.; BERTOLLO, L. A. C.; MOREIRA-FILHO, O.; ARTONI, R. F. Cytogenetic analysis and chromosomal characteristics of the polymorphic 18S rDNA in the fish *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae). **Genetics and Molecular Biology.** v.29, n.4, p.621-625, 2006

VOLTOLIN, T. A. **Origem, Herança e Estrutura dos Cromossomos supranumerários no gênero Prochilodus (Characiformes, Prochilodontidae)**. 2012. Dissertação (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade estadual Paulista, Botucatu.

VOLTOLIN, T. A.; SENHORINI, J. A.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F.; BORTOLOZZI, J.; PORTO-FORESTI, F. B-chromosome frequency stability in *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae). **Genetica.** v.138 p.281–284, 2010

VOLTOLIN, T. A., PENITENTE, M.; MENDONÇA, B. B.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Karyotypic conservatism in five species of *Prochilodus* (Characiformes, Prochilodontidae) disclosed by cytogenetic markers. **Genetics and Molecular Biology.** v.36, n.3, p.347-352, 2013