



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FERNANDO RODRIGO TRECO

**ESTUDOS CITOGENÉTICOS EM ESPÉCIES DE PEIXES
DA FAMÍLIA PIMELODIDAE PERTENCENTES A
DIFERENTES BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Londrina
2007

FERNANDO RODRIGO TRECO

**ESTUDOS CITOGENÉTICOS EM ESPÉCIES DE PEIXES
DA FAMÍLIA PIMELODIDAE PERTENCENTES A
DIFERENTES BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Genética e Biologia Molecular da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Genética e Biologia Molecular.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Lúcia Dias

Londrina
2007

Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

T785e Treco, Fernando Rodrigo.
Estudos citogenéticos em espécies de peixes da família pimelodidae pertencentes a diferentes bacias hidrográficas / Fernando Rodrigo Treco. – Londrina, 2007.
75f. : il.

Orientador : Ana Lúcia Dias.

Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina, 2007.
Inclui bibliografia.

1. Pimelodidae– Teses. 2. Pimelodus – Teses. 3. Citogenética animal – Teses. I. Dias, Ana Lúcia. II. Universidade Estadual de Londrina. III. Título.

CDU 576.312.32

FERNANDO RODRIGO TRECO

**ESTUDOS CITOGENÉTICOS EM ESPÉCIES DE PEIXES
DA FAMÍLIA PIMELODIDAE PERTENCENTES A
DIFERENTES BACIAS HIDROGRÁFICAS**

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Lúcia Dias
Universidade Estadual de Londrina – Paraná

Prof Dr André Luís Laforga Vanzela
Universidade Estadual de Londrina – Paraná

Prof Dr Vladimir Pavan Margarido
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Londrina, 15 de fevereiro de 2007.

Dedico esta dissertação as pessoas

que mais amo nesta vida, minha

noiva Carla e minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter permitido a realização deste trabalho e por estar sempre ao meu lado, me abençoando e fortalecendo.

Aos meus amados pais Antonio e Sonja, por todo o carinho, amor, confiança incentivo, dedicação e por ter me apoiado em todas as minhas escolhas, amo muito vocês!

Aos meus queridos irmãos Franklim, "Kamila" e Francine e minha querida sobrinha Brenda, pois mesmo longe, estiveram sempre presentes me apoiando e torcendo por todas as vitórias alcançadas.

A minha noiva Carla por estar sempre ao meu lado me dando muito amor e carinho, me ajudando em todos os momentos de minha vida, por toda paciência e incentivo, e por termos juntos concretizado mais um sonho em nossas vidas, a realização deste mestrado. Conseguimos meu amor, te amo muito!!!

Aos meus tios Sergio e Luiz, tias Sandra e Sonia, minha sogra Sirlei e meu cunhado Maycon, por todo amor, e pela grande ajuda para que eu realizasse este mestrado.

A minha querida Orientadora Ana Lúcia Dias, pela oportunidade, por toda confiança depositada em mim, pelos ensinamentos passados, e por ter sido durante esses dois anos uma mãe para mim, muito obrigado por tudo Aninha.

Aos membros da comissão examinadora, Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Dias, Prof. Dr. André Luís Laforga Vanzela, Prof. Dr. Vladimir Pavan Margarido, Prof^a. Dr^a. Ana Cláudia Swarça e Prof^a. Dr^a. Leda Sodré, pelas críticas e sugestões, deste trabalho.

A Prof^a. Dr^a. Lucia Giuliano-Caetano, por toda ajuda no laboratório, pelas dicas e sugestões deste trabalho, pela amizade e principalmente por ter realizado as coletas no Rio Grande do Sul, sem as quais eu não teria realizado este trabalho, muito obrigado Lucia.

Ao Prof. Dr. Luis Roberto Malabarba, por ter gentilmente cedido o laboratório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e por toda a ajuda durante as coletas.

Ao meu grande amigo Prof. Dr. Vladimir Pavan Margarido pelas coletas realizadas no rio Piquiri e por ter me iniciado cientificamente, sempre me ajudando e torcendo por mim. Valeu VP!

Ao Prof. Dr. André Luís Laforga Vanzela por ter permitido o uso do seu laboratório, onde foram tiradas boa parte das fotos deste trabalho.

Aos colegas de laboratório que já se foram: Renata, Sandra, Juliana, Andressa, Helen, Jéssica. Aos que continuam: Rafael, Rosiley, Marceléia, Tatiana, Larissa Pires, Gabriel, Tatiane, Tamara, Larissa Lacerda, pelo companheirismo no Lab. e por todos os momentos de descontração, que tornarão a realização deste trabalho mais agradável, e em especial agradeço a minha irmã científica Vivian, pela amizade e apoio e ao Vitor pela

amizade e por ter disponibilizado sua casa durante a etapa final deste trabalho. Muito Obrigado a todos vocês.

Aos técnicos de laboratório Dário (palmeirense) e Melissa, por todas as brincadeiras e ajuda prestada durante este trabalho, que foram muito importantes.

As tiazinhas Tete e Claudete, por preparar muitos cafezinhos deliciosos e pelas brincadeiras as quais demos boas risadas.

A equipe de coleta da Universidade Estadual do Oeste do Paraná: Beto, Geraldo, Áureo, Adélio e Edson, por toda força e pelos momentos de descontração durante as coletas. Obrigado.

Aos professoras da Universidade Estadual de Londrina, por todo conhecimento passado, os quais serão muito úteis para minha vida profissional.

A Universidade Estadual de Londrina e CAPES, pelo suporte e apoio financeiro.

E a todos aqueles que de uma certa forma ajudaram na realização deste trabalho.

Um muito obrigado!

TRECO, Fernando Rodrigo. **Estudos citogenéticos em espécies de peixes da família Pimelodidae pertencentes a diferentes bacias hidrográficas.** 2007. 76f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

RESUMO

No presente trabalho foram estudadas quatro espécies de peixes pertencentes à família Pimelodidae, coletadas em duas bacias hidrográficas distintas. *Pimelodus paranaensis* e *Pimelodus heraldoi* coletados no rio Piquiri/PR, *Parapimelodus nigribarbis* e *Pimelodus maculatus* do lago Guaíba/RS. Os dados citogenéticos revelaram para as quatro espécies um número diplóide igual a 56 cromossomos, com diferenças em suas fórmulas cariotípicas: $22\ m + 22\ sm + 4\ st + 8\ a$ para *P. paranaensis*; $18\ m + 24\ sm + 6\ st + 8\ a$ para *P. heraldoi*; $20\ m + 20\ sm + 4\ st + 12\ a$ para *Parapimelodus nigribarbis* e $24\ m + 20\ sm + 6\ st + 6\ a$ para *P. maculatus*. As NORs foram localizadas na região terminal do braço longo em um par de cromossomos subteloentríco em todas as espécies, sendo observado em *P. heraldoi* e *P. maculatus* um heteromorfismo de tamanho desta região entre os cromossomos homólogos. Em relação ao padrão de distribuição da heterocromatina, *P. paranaensis*, *P. heraldoi* e *Parapimelodus nigribarbis*, apresentaram blocos heterocromáticos nas regiões terminais de vários cromossomos e em poucas regiões centroméricas. *P. maculatus* apresentou uma menor quantidade de heterocromatina, sendo observado um cromossomo portador de uma banda intersticial. A coloração com o fluorocromo CMA₃, evidenciou regiões correspondentes as NORs, entretanto, em *Pimelodus paranaensis*, *Pimelodus heraldoi*, *Parapimelodus nigribarbis* também foram observadas marcações fluorescentes em outros pares de cromossomos. Através da coloração com o fluorocromo DAPI, foram identificadas apenas regiões DAPI negativas, sendo estas coincidentes com as regiões GC ricas. Os resultados de banda C + CMA₃, apresentaram alguns cromossomos com marcações fluorescentes em *P. paranaensis*, *P. heraldoi* e *Parapimelodus nigribarbis*; em *P. maculatus* apenas a heterocromatina associada à NOR mostrou-se rica em bases GC. Por outro lado, com banda C + DAPI, vários cromossomos apresentaram bandas heterocromáticas DAPI positivas, inclusive a marcação intersticial no par 1 em *Pimelodus maculatus*, indicando que, nestas espécies, a composição da heterocromatina possui, principalmente, bases AT.

Palavra-chave: Pimelodidae. *Parapimelodus*. *Pimelodus*. Lago Guaíba. Rio Piquiri. NORs. Banda C. CMA₃. DAPI.

TRECO, Fernando Rodrigo. **Cytogenetic study of species of the Pimelodidae family of fishes belonging to different hydrographic basins.** 2007. 76p. Dissertation (Masters degree in Genetics and Molecular Biology) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

ABSTRACT

The present work was a cytogenetic study of four species of fish belonging to the family Pimelodidae that were collected from two different hydrographic basins. *Pimelodus paranaensis* and *Pimelodus heraldoi* were collected in the Piquiri River/PR, and *Parapimelodus nigribarbis* and *Pimelodus maculatus* were from Lake Guaíba/RS. The data revealed that the four species had the same diploid number of 56 chromosomes, with differences in their karyotype formula: 22 m + 22 sm + 4 st + 8 a for *P. paranaensis*; 18 m + 24 sm + 6 st + 8 a for *P. heraldoi*; 20 m + 20 sm + 4 st + 12 a for *Parapimelodus nigribarbis*; and 24 m + 20 sm + 6 st + 6 a for *P. maculatus*. The NORs were located in the terminal area of the long arm in a pair of st chromosomes in all of the species, where *P. heraldoi* and *P. maculatus* showed a size heteromorphism for this region between homologous chromosomes. In relation to the pattern of heterochromatin distribution, *P. paranaensis*, *P. heraldoi* and *Parapimelodus nigribarbis*, showed heterochromatic blocks in the terminal areas of several chromosomes and in a few centromeric areas. *P. maculatus* showed a smaller amount of heterochromatin, and possessed a chromosome with an interstitial band. Staining with the fluorochrome CMA3 demonstrated regions corresponding to NORs, but *Pimelodus paranaensis*, *Pimelodus heraldoi* and *Parapimelodus nigribarbis* also showed fluorescent staining in other pairs of chromosomes. Staining with the fluorochrome DAPI identified DAPI-negative regions that coincided with GC-rich areas. C-banding + CMA3 staining indicated some chromosomes with fluorescent bands in *P. paranaensis*, *P. heraldoi* and *Parapimelodus nigribarbis*; in *P. maculatus*, only heterochromatin associated with NORs was shown to be rich in GC bases. On the other hand, with C-banding + DAPI, some chromosomes showed DAPI-positive heterochromatic bands, and also interstitial staining in pair 1 in *Pimelodus maculatus*, indicating that the heterochromatin in these species is rich in AT bases.

Keywords: Pimelodidae. *Parapimelodus*. *Pimelodus*. Lake Guaíba. Piquiri River. NORs. C-banding. CMA3. DAPI.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I – Diversidade cariotípica entre duas espécies do gênero *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae).

- Figura 1** – Exemplos de: *Pimelodus paranaensis* (a) e *Pimelodus heraldoi* (b).....42
- Figura 2** – Mapa do rio Piquiri, (*) Local de coleta43
- Figura 3** – Cariótipo corado por Giemsa. a) *Pimelodus paranaensis* e b) *Pimelodus heraldoi*. O box mostra os cromossomos portadores das NORs.....44
- Figura 4** – Cariótipo de banda C. a) *Pimelodus paranaensis* e b) *Pimelodus heraldoi*.....45
- Figura 5** – Metáfases de *Pimelodus paranaensis*: (a) CMA₃ e (c) DAPI; e *Pimelodus heraldoi*: (b) CMA₃ e (d) DAPI; as setas indicam os cromossomos portadores das NORs.....46
- Figura 6** – Metáfases de *Pimelodus paranaensis*: a) BC + CMA₃ e c) BC + DAPI; e de *Pimelodus heraldoi* :b) BC + CMA₃ e d) BC + DAPI47

CAPITULO II – Estudos Citogenéticos em Duas Espécies da Família Pimelodidae (Siluriformes) Coletadas no Lago Guaíba - RS.

- Figura 1** – Exemplo de: *Parapimelodus nigribarbis* (a) e *Pimelodus maculatus* (b).....64
- Figura 2** – Mapa do lago Guaíba, Pontos de coleta: Saco da Alemoa (2); Foz do Arroio do Celupa (3); Praia da Alegria (4).....65
- Figura 3** – Cariótipo de *Parapimelodus nigribarbis*. a) Giemsa e b) banda-C. O box mostra o par cromossômico portador das NORs66
- Figura 4** – Cariótipo de *Pimelodus maculatus*. a) Giemsa e b) banda-C. O Box mostra o par cromossômico portador das NORs67
- Figura 5** – Metáfases de *Parapimelodus nigribarbis*: (a) CMA₃ e (c) DAPI; e *Pimelodus maculatus*: (b) CMA₃ e (d) DAPI; as setas indicam os cromossomos portadores das NORs.....68
- Figura 6** – Metáfases de *Parapimelodus nigribarbis* (a) BC + CMA₃ e (c) BC + DAPI; e *Pimelodus maculatus* (b) BC + CMA₃ e (d) BC + DAPI69

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO

Tabela 1 – Dados citogenéticos da Família Pimelodidae18

Tabela 2 – Dados citogenéticos no gênero *Pimelodus*23

CAPITULO II – Estudos Citogenéticos em Duas Espécies da Família Pimelodidae
(Siluriformes) Coletadas no Lago Guaíba - RS.

Tabela 1 – Dados citogenéticos em diferentes populações de *Pimelodus*
maculatus63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 A FAMÍLIA PIMELODIDAE:	12
1.1.1 Aspectos Gerais	12
1.1.2 Aspectos Citogenéticos	13
1.2 O GÊNERO <i>Parapimelodus</i>	19
1.3 O GÊNERO <i>Pimelodus</i>	20
2 OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVO GERAL	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
REFERÊNCIAS	26
3 CAPITULO I – DIVERSIDADE CARIOTÍPICA ENTRE DUAS ESPÉCIES DO GÊNERO PIMELODUS (SILURIFORMES, PIMELODIDAE)	33
RESUMO	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAIS E MÉTODOS	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
4 CAPITULO II – ESTUDOS CITOGENÉTICOS EM DUAS ESPÉCIES DA FAMÍLIA PIMELODIDAE (SILURIFORMES) COLETADAS NO LAGO GUAÍBA - RS	51
RESUMO	52
INTRODUÇÃO	53
MATERIAIS E MÉTODOS	54
RESULTADOS	55
DISCUSSÃO	56
LITERATURA CITADA	70
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75

1 INTRODUÇÃO

1.1 A FAMÍLIA PIMELODIDAE

1.1.1 Aspectos Gerais

A ordem Siluriformes compreende mais de 30 famílias com aproximadamente 412 gêneros e 2400 espécies. As espécies que compõem esta ordem estão amplamente distribuídas sendo a maior parte encontrada na região Neotropical, 1400 espécies, e o restante na Ásia e África (NELSON, 1994). Devido à susceptibilidade a baixas temperaturas, quase nenhuma espécie é encontrada no extremo sul da América do Sul e extremo norte da América do Norte (BURGESS, 1989).

Entre as famílias pertencentes à ordem Siluriformes, Pimelodidae representa um grupo extremamente diversificado composto por aproximadamente 128 espécies (45 não descritas), que se encontram distribuídas em 31 gêneros: *Aguarunichthys*, *Bagropsis*, *Bergiaria*, *Brachyplatystoma*, *Calophysus*, *Cheirocerus*, *Duopalatinus*, *Exallodontus*, *Goslinia*, *Hemisorubim*, *Hypophthalmus*, *Iheryngichtys*, *Leiaris*, *Luciopimelodus*, *Megalonema*, *Merodontus*, *Parapimelodus*, *Perrunichthys*, *Phractocephalus*, *Pimelodina*, *Pimelodus*, *Pinirampus*, *Platynematichthys*, *Platysilurus*, *Platystomatichthys*, *Propimelodus*, *Pseudoplatystoma*, *Sorubim*, *Sorubmichthys*, *Steindachneridion* e *Zungaro*. (LUNDBERG; LITTMANN, 2003). Seus exemplares pertencente a esta família possuem ampla distribuição, a grande maioria habitando a América do sul e poucas espécies na América Central e nas ilhas do Caribe (BURGESS, 1989; NELSON, 1994).

Os representantes desta família apresentam um corpo alongado e coberto por um couro liso desprovido de escamas e são vulgarmente conhecidos como bagres, mandis, pintados. A boca é terminal e, algumas vezes, com pequenos dentes. São providos de três barbilhões utilizados para orientá-los na natação e para localizar os alimentos nos fundos dos rios; a nadadeira dorsal é bem desenvolvida

podendo apresentar um acúleo forte e pungente em seu primeiro raio (BRITSKI *et al.*, 1988; BURGESS, 1989).

Os pimelodídeos são onívoros, durante o dia eles permanecem escondidos e ao anoitecer saem à procura de alimentos (STERBA, 1973); possuem hábitos sedentários e habitam principalmente o fundo dos rios e riachos de água corrente, permanecendo entre as rochas e vegetações orientando-se através dos sentidos químicos, olfação e gustação (BRITSKI, 1981).

Há anos o monofilismo dessa família vem sendo questionado por alguns autores (MO, 1991; SILVFERGRIP, 1992; LUNDBERG *et al.*, 1993 *apud* PINNA, 1998). Segundo Shibatta (2003) esta família é dividida em três subfamílias monofiléticas: Pseudopimelodinae, Heptapterinae e Pimelodinae. Anteriormente, alguns autores citavam mais três subfamílias como pertencentes à família Pimelodidae: Sorubiminae, Callophysinae e Luciopimelodinae (LUNDBERG *et al.*, 1991a; 1991b). Lundberg e Littmann (2003) tratam estas três subfamílias: Pseudopimelodinae, Heptapterinae e Pimelodinae como famílias, levando em consideração o fato delas possuírem características suficientes que os possam tratar como tal. O presente trabalho segue a classificação destes últimos autores.

1.1.2 Aspectos Citogenéticos

Os primeiros estudos citogenéticos realizados na família Pimelodidae tiveram início com Toledo e Ferrari (1976). Desde então, vários dados cariotípicos foram obtidos, sendo que das 128 espécies pertencentes à família Pimelodidae, aproximadamente 29 já foram analisadas citogeneticamente (Tabela 1). Oliveira e Gosztonyi (2000) sugerem que $2n=56$ cromossomos pode ser o número diplóide ancestral dentro de Siluriformes, o que explica a alta frequência deste número dentro desta família. Há registro de poucas espécies com número diplóide diferente deste: *Calophysus macropterus* (GIL *et al.*, 1998), *Pinirampus pirinampu* (SWARÇA *et al.*, 1999; MOLINA; MORELLI, 2004) com $2n=50$ cromossomos; *Pimelodus fur* (GARCIA; MOREIRA-FILHO, 2005) e *Megalonema platanum* (SANCHEZ, 2006) com $2n=54$ cromossomos e *Pimelodus blochii* (SILVA *et al.*, 2004) com $2n=58$ cromossomos.

Uma característica importante da família Pimelodidae é o grande número de cromossomos do tipo metacêntrico, submetacêntrico e subtelocêntrico, o que eleva o número fundamental (NF) das espécies, geralmente apresentando-se maior do que 80, como observado em *Luciopimelodus pati* com NF=88 (SANCHEZ, 2006), *Calophysus macropterus* (GIL *et al.*, 1998), *Pinirampus pirinampu* (SWARÇA *et al.*, 1999) com NF=90, *Hemisorubim platyrhynchos* NF=96 (FARIA *et al.*, 2000), *Megalonema platanum* (SANCHEZ, 2006), *Iheringichthys labrosus* (GARCIA *et al.*, 1990) NF=98, *Zungaro zungaro* NF=102 (SWARÇA *et al.*, 2001a), entre outros. A Tabela 1 mostra os dados de 2n e NF de espécies de pimelodídeos analisadas até o momento.

Swarça *et al.* (2006), identificaram em *Steindachneridion melanodermatun*, citado como *Steindachneridion* sp., um sistema de cromossomos sexuais do tipo XX/XY, sendo o cromossomo X caracterizado como um submetacêntrico pequeno e o Y um metacêntrico grande. Este é o único relato de cromossomos sexuais na família Pimelodidae, até o momento.

A presença de cromossomos B tem sido relatada nesta família em quatro espécies: *Bergiaria westermanni* (DIAS; FORESTI, 1993), *Iheringichthys labrosus* (VISSOTTO *et al.*, 1999a; CARVALHO *et al.*, 2004, 2005a) e *Pimelodus* sp. e *P. ortmanni* (BORIN; MARTINS-SANTOS, 2004). Estas espécies apresentaram uma variação de 0 a 5 cromossomos Bs, sendo *Bergiaria westermanni* a que apresentou maior número (5), e *Iheringichthys labrosus* com menor variação, 0 a 2 ou 3 cromossomos B.

As regiões organizadoras de nucléolos nesta família têm sido encontradas geralmente nas regiões terminais em apenas um par de cromossomos (NORs simples), como pode ser observado em *Sorubim lima* (FENOCCHIO; BERTOLLO, 1992), *Bergiaria westermanni* (DIAS; FORESTI, 1993), entre outros. Embora o número de NORs permaneça constante, a variação existente deve-se a presença destas regiões em tipos (cromossomos submetacêntricos, subtelocêntricos e acrocêntricos) e/ou posições cromossômicas distintas (braço longo ou curto), bem como presença ou não de heteromorfismo de tamanho. Por exemplo, *Iheringichthys labrosus* analisado por Vissotto *et al.* (1999a) apresenta a NORs no braço longo de um cromossomo submetacêntrico; em *Pinirampus pirinampu* as NORs está no braço curto de um cromossomo acrocêntrico (VASCONCELOS; MARTINS-SANTOS, 2000). Heteromorfismo de tamanho entre os cromossomos homólogos portadores

das NORs já foi observado em *Steindachneridion* sp. (SWARÇA *et al.*, 2006), entretanto, não ocorreu em *Hemisorubim platyrhynchos* (FARIA *et al.*, 2000).

As espécies de grande porte, pertencentes ao grupo Sorubiminae (SHIBATTA, 2003), apresentam as NORs no braço curto de um par de cromossomos, como em *Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum* (FENOCCHIO; BERTOLLO, 1992) *Sorubim lima* (MARTINS-SANTOS *et al.*, 1996) *Steindachneridion* sp. (SWARÇA, 2003), entre outros. De acordo com Swarça (2003), as NORs representariam um caráter distintivo entre os Sorubiminae, uma vez que, estas regiões neste grupo de peixes, aparecem, sem exceção, no braço curto de um par de cromossomos.

Em relação às regiões heterocromáticas, as espécies desta família apresentam uma predominância de bandas-C distribuídas nas regiões centroméricas e/ou terminais dos cromossomos, como em: *Pseudoplatystoma corruscans*, *Sorubim lima* (MARTINS-SANTOS *et al.*, 1996), *Pinirampus pirinampu* (SWARÇA *et al.*, 1999), *Iheringichthys labrosus* (CARVALHO; DIAS, 2004 e 2005a), entre outros. Em algumas espécies já foram identificadas marcações heterocromáticas em regiões intersticiais dos cromossomos, como em: *Pseudoplatystoma tigrinum* (FENOCCHIO; BERTOLLO, 1992), *Hemisorubim platyrhynchos* (MARTINS-SANTOS *et al.*, 1996), *Iheringichthys labrosus* (VISSOTTO *et al.*, 1999), *Zungaro zungaro* (SWARÇA *et al.*, 2001a).

Vasconcelos e Martins-Santos (2000), estudando uma espécie de *Pinirampus pirinampu* do rio Paraná, identificaram um polimorfismo estrutural onde, através da técnica de banda C, foi encontrado em um par cromossômico acrocêntrico, uma banda intersticial que estava presente em apenas um dos homólogos.

A técnica de banda G, que revela bandas eucromáticas, já foi utilizada em algumas espécies da família Pimelodidae, como em: *Pseudoplatystoma corruscans* (SWARÇA, 2003), *Steindachneridion scripta* (SWARÇA *et al.*, 2005), *Steindachneridion* sp. (SWARÇA *et al.*, 2006) onde os autores evidenciaram padrões de bandas longitudinais nos cromossomos. Em *Iheringichthys labrosus* (CARVALHO; DIAS, 2005b), o padrão de banda G, apresentou-se diferente das espécies citadas anteriormente, sendo os centrômeros sensíveis a ação proteolítica da tripisina, caracterizando um padrão de banda G negativa nestas regiões.

Em algumas espécies da família Pimelodidae já foram realizadas análises com as enzimas de restrição *AluI*, *BamHI* e *EcoRI*. Segundo Swarça *et al.* (1999), a utilização de enzimas de restrição em preparações cromossômicas, produz um padrão altamente específico de bandas para cada tipo de enzima, facilitando a classificação cromossômica, diferenciação da heterocromatina e o estudo de polimorfismo em peixes.

A enzima *AluI*, produziu um padrão de bandas semelhante a banda C, em *Pinirampus pinirampu* (SWARÇA *et al.*, 1999), *Iheringichthys labrosus*, (CARVALHO *et al.*, 2004; CARVALHO; DIAS, 2005a), *Steindachneridion* sp. (SWARÇA, 2006). Em *Steindachneridion scripta*, Swarça *et al.* (2005a) encontraram um padrão de banda oposto a banda C na maioria dos cromossomos.

A enzima *BamHI*, produziu um padrão similar as de banda G nas espécies *Steindachneridion scripta* (SWARÇA *et al.*, 2005a) e *Steindachneridion* sp. (SWARÇA *et al.*, 2006). Nestas mesmas espécies foi utilizada a enzima *EcoRI*, sendo produzidas bandas pálidas nos centrômeros, ou seja, estas regiões foram digeridas por estas enzimas. Em *Iheringichthys labrosus* estudado por Carvalho e Dias (2005b), foi utilizado a enzima *BamHI*, e o padrão obtido foi diferente do obtido por banda G, sendo clivado as regiões centroméricas de poucos cromossomos.

O tratamento com fluorocromo cromomicina A₃ (CMA₃), GC específico também foi utilizado em algumas espécies, e os resultados mais freqüentemente obtidos apresentam regiões GC ricas correspondentes às regiões organizadora de nucléolo (NORs), como observado em *Pinirampus pinirampu* (SWARÇA *et al.*, 1999); *Iheringichtys labrosus* (CARVALHO *et al.*, 2004), entre outros.

Swarça *et al.* (2003) estudando uma espécie de *Steindachneridion* sp. do rio Iguaçu - PR, realizaram pela primeira vez em peixes, a associação da técnica de banda-C com os fluorocromos CMA₃ e DAPI. Os resultados obtidos mostraram um maior numero de bandas fluorescentes do que quando utilizado tratamento simples com fluorocromos. Segundo os autores acima citados, o pré-tratamento com banda-C, cria uma maior afinidade destes fluorocromos às regiões específicas do DNA, permitindo a identificação de algumas bandas, visualizadas somente após este pré-tratamento.

A técnica de hibridação fluorescente *in situ* (FISH) com a sonda de DNAr 18S vem sendo utilizada com freqüência nos pimelodídeos, evidenciando com

exatidão a localização dos cístrons ribossômicos nos cromossomos, como por exemplo em: *Pseudoplatystoma corruscans* (SWARÇA *et al.*, 2005b), *Pinirampus pirunampu* (SWARÇA *et al.*, 2001b), *Zungaro zungaro* (SWARÇA *et al.*, 2001a), *Steindachneridion* sp. e *S. scripta* (SWARÇA, 2003), *Iheringichthys labrosus* (CARVALHO, 2004).

Em *Zungaro zungaro* analisada por Swarça *et al.* (2001a), pode ser observado um heteromorfismo de tamanho das NORs, pelo tratamento com nitrato de prata. Após a técnica de FISH, com sonda de DNAr 18S, este heteromorfismo também foi encontrado, mostrando que se trata de acúmulo no número de genes de DNAr em um dos cromossomos homólogos.

Os dados para FISH com sondas de DNAr 5S, ainda são escassos nesta família, sendo obtidos em *Iheringichthys labrosus* (CARVALHO, 2004), em algumas espécies de *Pimelodus* (GARCIA, 2005), em *Steindachneridion* sp, *S. scripta* (SWARÇA, 2003) e *Pseudoplatystoma corruscans* (SWARÇA *et al.*, 2005b), sendo observada uma variação em relação ao número de sítios de DNAr 5S, localizados em cromossomos diferentes dos portadores das NORs.

Tabela 1 – Dados citogenéticos da Família Pimelodidae.

Genero e especie	Localidade	2n	Fórmula cariotípica	NF	Ref
Bergiaria					
<i>B. westermanni</i>	R. São Francisco, MG	56	42m,sm + 14st/a	98	1
Calophysus					
<i>C. macropterus</i>	R. Negro; R. Solimões, AM	50	22m+18sm+10a	90	2
Hemisorubim					
<i>H. platyrhynchos</i>	R. Paraná, PR	56	22m+18sm+6st+10a	102	3
<i>H. platyrhynchos</i>	R. Araguaí, Barra do Garças, MT	56	40m/sm+16st/a	96	4
<i>H. platyrhynchos</i>	R. Araguaí, Barra do Garças, MT	56	-	-	5
Iheringichthys					
<i>I. labrosus</i>	R. Mogi-Guaçu, SP	56	26m+14sm+12st+4a	108*	6
<i>I. labrosus</i>	R. Paraná, PR	56	42m,sm+14st,a	98	7
<i>I. labrosus</i>	R. Tibagi, PR	56	32m+8sm+6st+10a	102	8
<i>I. labrosus</i>	Represa Jurumirim, SP	56	22m+18sm+10st+6a	106	9
Luciopimelodus					
<i>L. pati</i>	R. Paraná, Corrientes, ARG	50	16m+14sm+8st+12a	88	10
Megalonema					
<i>M. platinum</i>	R. Paraná, Corrientes, ARG	54	14m+18sm+12st+10a	98	10
Parapimelodus					
<i>P. valenciennes</i>	L. Guaíba, RS	56	-	-	11
Pimelodus					
<i>P. absconditus</i>	R. Paraná, Porto Rico/PR	56	24m+18sm+8st+6a	106	12
<i>P. argenteus</i>	R. Paraguai, MS	56	24m+16sm+12st+4a	108	13
<i>P. blochii</i>	R. Solimões, AM	58	-	-	14
<i>P. blochii</i>	R. Araguaí, Barra do Garças, MT	56	36m/sm+20st/a	92*	4
<i>P. blochii</i>	R. Araguaí, Barra do Garças, MT	56/58	36m/sm+20st/a	92*	5
			14m+8sm+36a	80*	
<i>P. clarias</i>	Argentina	56	-	-	15
<i>P. fur</i>	R. Mogi, R. Pardo, R. Onça - SP	56	30m+14sm+12a	100*	16
<i>P. fur</i>	R. São Francisco, MG	54	32m+8sm+6st+6a	100	17
<i>P. heraldoi</i>	R. Tibagi, PR	56	22m+22sm+6st+6a	106	18
<i>P. maculatus</i>	R. Mogi, R. Pardo, R. Onça - SP	56	30m+14sm+12a	100*	16
<i>P. maculatus</i>	R. São Francisco, MG; R. Mogi-Guaçu, SP	56	40m,sm+16st,a	96	1
<i>P. maculatus</i>	L. Guaíba, RS	56	-	-	11
<i>P. maculatus</i>	R. Tibagi, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	19
<i>P. maculatus</i>	R. Sapucaí; Represa Furnas, MG	56	40m/sm+16st/a	96	20
<i>P. maculatus</i>	R. Paranapanema; Represa Jurumirim, SP	56	20m+20sm+10st+6a	106	21
<i>P. maculatus</i>	Delta Paranaense, ARG.	56	24m+14sm+12st+6a	106*	22
<i>P. maculatus</i>	R. Paraguai, MS	56	22m+16sm+10st+8a	104	23
<i>P. maculatus</i>	R. São Francisco, MG	56	32m+12sm+12st	100	17
<i>P. maculatus</i>	R. Paraná, Porto Rico/PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	12
<i>P. cf. maculatus</i>	R. Jarí Almerim, PA	58	30m/sm+28st/a	88*	23
<i>P. maculatus</i>	R. Tejuco; R. Araguaí, MG	56	-	-	24
<i>P. maculatus</i>	R. Congonhas, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	25
<i>P. maculatus</i>	C. Três Bocas, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	26
<i>P. maculatus</i>	Represa de Nova Ponte, Bacia do Pamaíba, MG	56	-	-	27
<i>P. mystriosus</i>	R. Paraguai, MS	56	26m+20sm+2st+8a	104	13
<i>P. ornatus</i>	R. Paraná, Porto Rico/PR	56	20m+18sm+8st+10a	102	12
<i>P. ortmanni</i>	Reservatório Caxias, R. Iguaçu, PR	56	24m+18sm+8st+6a	106*	28
<i>P. ortmanni</i>	R. Iguaçu, município de Palmeira, PR	56	-	-	29
<i>P. sp</i>	R. Mogi, R. Pardo, R. Onça - SP	56	30m+14sm+12a	100	16
<i>P. sp</i>	R. São Francisco, MG	56	40m/sm+16st/a	96*	1
<i>P. sp</i>	R. São Francisco, MG	56	32m+12sm+6st+6a	106	17
<i>P. sp</i>	R. Iguaçu, PR	56	24m+26sm+4st+2a	110	18
<i>P. sp</i>	Reservatório Caxias, R. Iguaçu, PR	56	30m+14sm+8st+4a	108*	28
Pinirampus					
<i>P. pinirampu</i>	R. Paraná, PR	50	22m+12sm+4st+12a	88	30
<i>P. pinirampu</i>	R. Tibagi, PR	50	26m+12sm+2st+10a	90	31
<i>P. pinirampu</i>	R. Paraná, Corrientes, ARG	50	18m+14sm+4st+14a	86	10
<i>P. pinirampu</i>	R. Araguaí, MG	50	-	-	32
Pseudoplatystoma					
<i>P. coruscans</i>	R. Paraná, PR	56	18m+16sm+10st+12a	100	3)
<i>P. coruscans</i>	Coxim, MS	56	42m/sm+14st/a	98	33
<i>P. coruscans</i>	R. Mogi-Guaçu, SP	56	18m+18sm+10st+10a	102	34
<i>P. coruscans</i>	Represa Tres Marias, MG	56	20m+12sm+12st+12a	100	35
<i>P. coruscans</i>	R. Paraguai, MS	56	20m+16sm+8st+12a	100	36
<i>P. coruscans</i>	R. Paraná, Jupiá/SP; R. Paraná, PR	56	28m+10sm+6st+14a	98	36
<i>P. fasciatum</i>	R. Solimões, AM	56	18m+14sm+10st+14a	98	37
<i>P. tigrinum</i>	R. Solimões, AM	56	18m+16sm+8st+14a	98	37
Paulicea/Zungaro					
<i>P. luetkeni</i>	R. Paraná, PR	56	26m+10sm+6st+14a	98	3
<i>Z. zungaro</i>	R. Paraná, Jupiá, SP	56	32m+6sm+8st+10a	102	38
Sorubim					
<i>S. lima</i>	R. Solimões	56	18m+12sm+14st+12a	100	5
<i>S. lima</i>	R. Paraná, PR	56	20m+14sm+10st+12a	100	37
<i>S. lima</i>	R. Araguaí, Barra do Garças, MT	56	-	-	3
Steindachneridion					
<i>S. scriptum</i>	R. Paranapanema, R. Tibagi, PR	56	24m+20sm+4st+8a	104	39
<i>S. melanodermatum</i>	R. Iguaçu, PR	56	20m+24sm+2st+10a	102	40
			21m+23sm+2st+10a		

Legenda: 2n= número diplóide; NF= número fundamental; C= córego; L= lago; R= Rio; m= cromossomo metacêntrico; sm= cromossomos submetacêntrico; st= cromossomo subteloicêntrico; a= cromossomo acrocêntrico, *=calculado no presente trabalho.

Referências:

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|--|
| 1- Dias e Foresti (1993); | 15- Fenocchio et al. (1994); | 29- Terencio et al. (2001); |
| 2- Gil et al. (1998); | 16- Toledo e Ferrari (1978); | 30- Vasconcelos e Martins-Santos (2000); |
| 3- Martins-Santos et al. (1996); | 17- Garcia e Moreira-Filho (2005); | 31- Swarça et al. (1999); |
| 4- Faria et al. (2000); | 18- Souza et al. (2004b); | 32- Molina e Morelli (2004); |
| 5- Silva et al. (2004); | 19- Swarça et al. (2001b); | 33- Souza et al. (1992); |
| 6- Dias e Foresti (1990); | 20- Marques et al. (1998); | 34- Bigoni et al. (1992); |
| 7- Garcia et al. (1980); | 21- Vissotto et al. (1999b); | 35- Fenocchio (1993); |
| 8- Carvalho et al. (2004); | 22- Heras e Mendonza (2002); | 36- Swarça et al. (2005b); |
| 9- Vissotto et al. (1999a); | 23- Souza et al. (2003); | 37- Fenocchio e Bertollo (1992); |
| 10- Sanchez (2006); | 24- Moreira et al. (2004); | 38- Swarça et al. (2001a); |
| 11- Costa e Reggi (1986); | 25- Mazzuchelli et al. (2006); | 39- Swarça et al. (2005a); |
| 12- Borin e Martins-Santos (2002); | 26- Mazzuchelli e Dias (2006); | 40- Swarça et al. (2006). |
| 13- Souza et al. (2003); | 27- Humanes et al. (2006); | |
| 14- Della-Rosa et al. (1980); | 28- Borin e Martins-Santos (2004); | |

1.2 O GÊNERO *Parapimelodus*

Parapimelodus é um gênero pouco especioso, representado por apenas duas espécies: *Parapimelodus valenciennis*, que possui como localidade tipo a bacia do La Plata na Argentina, e uma ampla distribuição pela bacia do Rio Paraná, *Parapimelodus nigribarb*, possuindo como localidade tipo o rio Camaquã - RS, sendo restrita ao sistema lagunar da Laguna dos Patos (LUNDBERG; LITTMANN, 2003).

Anteriormente, as duas espécies faziam parte do grupo *Pimelodus*, sendo *Pimelodus nigribarb* sinônimo de *Pimelodus valenciennis* e, após algumas revisões taxonômicas, foram identificadas três características derivadas: 1) presença de rastros branquiais mais longos que os filamentos branquiais no primeiro arco branquial; 2) mais de 55 rastros branquiais no primeiro arco branquial; 3) olhos grandes e lateralmente posicionados na cabeça, podendo ser vistos dorso ventralmente; estas características permitiram que estas espécies fossem alocadas em um novo gênero (LUCENA *et al.*, 1992).

Na literatura existe dado citogenético somente para *Parapimelodus valenciennis*, onde foi descrito apenas o número diplóide de 56 cromossomos (COSTA; REGGI, 1986), concordando com os dados encontrados para a maioria dos exemplares da família Pimelodidae. A escassez de dados citogenéticos torna ainda mais importante à realização de mais estudos neste grupo de peixes.

1.3 O GÊNERO *Pimelodus*

Entre os gêneros pertencentes à família Pimelodidae, *Pimelodus* é o mais especioso sendo representado por 24 espécies válidas: *Pimelodus absconditus*, *P. albicans*, *P. albofasciatus*, *P. altissimus*, *P. argenteus*, *P. atrobunneus*, *P. blochii*, *P. brevis*, *P. coprophagus*, *P. fur*, *P. garciabarrigai*, *P. grosskopfii*, *P. heraldoi*, *P. jivaro*, *P. maculatus*, *P. microstoma*, *P. misteriosus*, *P. navarroi*, *P. ornatus*, *P. ortmanni*, *P. paranaensis*, *P. pictus*, *P. platicirus* e *P. punctatus* (LUNDBERG; LITTMANN, 2003).

As espécies que compõem este gênero habitam a região Neotropical e se distribuem pelas principais bacias hidrográficas da América Central e do Sul (SHIBATTA, 2003). Um levantamento realizado por Souza-Filho (2005), apontou a bacia do rio Paraná, incluindo os rio Paraná, Paraguai, Uruguai e do Prata, com o maior número de espécies identificadas totalizando 12: *Pimelodus absconditus*, *P. albicans*, *P. argenteus*, *P. atrobunneus*, *P. brevis*, *P. heraldoi*, *P. maculatus*, *P. microstoma*, *P. misteriosus*, *P. ornatus*, *P. ortmanni*, *P. paranaensis* e *P. platicirris*. A América Central possui apenas uma espécie *Pimelodus punctatus*.

Do ponto de vista citogenético o gênero *Pimelodus* é também o mais estudado. Atualmente, 11 das 24 espécies possuem ao menos o número diplóide relatado (Tabelas 1 e 2). A maior parte das espécies analisadas, apresenta um número diplóide composto por $2n = 56$ cromossomos, sendo encontradas apenas três espécies com um número diplóide diferente: *Pimelodus blochii* (DELLA-ROSA *et al.*, 1980), *Pimelodus cf. maculatus* (SOUZA *et al.*, 2000) com $2n = 58$ cromossomos e *Pimelodus fur* (GARCIA; MOREIRA-FILHO, 2005) com $2n = 54$ cromossomos.

A presença de cromossomos B foi identificado em duas espécies endêmicas do rio Iguaçu, *Pimelodus* sp. e *P. ortmanni* (BORIN; MARTINS-SANTOS, 2004), sendo identificadas duas morfologias de Bs (metacêntrico e acrocêntrico), com uma variação intra-específica de 0 a 4 cromossomos Bs.

Dias e Foresti (1993) estudando duas espécies de *Pimelodus*, *P. maculatus* do rio Mogi-Guaçu e *Pimelodus* sp. do rio São Francisco, identificaram a presença de um polimorfismo estrutural, não relacionado ao sexo, em alguns indivíduos das duas espécies. Segundo os autores isto pode ser devido a rearranjos

cromossômicos tais como, inversões pericêntricas e deleções. Caso semelhante foi evidenciado por Mazzuchelli (2006) em *Pimelodus maculatus* do rio Congonhas/PR.

As regiões organizadoras de nucléolos (NORs) em *Pimelodus* seguem o padrão encontrado nos demais pimelodídeos, ou seja, NORs simples localizadas em apenas um par de cromossomos, em posição terminal, sendo no braço longo a situação mais frequentemente observada, como mostra a tabela 2. Relatos de NORs no braço curto ocorrem neste grupo nas espécies: *Pimelodus blochii* (FARIA *et al.*, 2000), *P. absconditus* e *P. ornatus* (BORIN; MARTINS-SANTOS, 2002), *P. argenteus* e *P. misteriosus* (SOUZA *et al.*, 2003).

Souza *et al.* (2000) estudando uma população de *P. cf. maculatus* do rio Jarí Almerim - PA, identificaram NORs em dois pares de cromossomos, um par submetacêntrico e um par subtlocêntrico, sendo este o único relato de NORs múltiplas na família Pimelodidae. Outro caso único neste grupo de peixes é a presença de NORs em posição intersticial, que foi observada em *Pimelodus ortmanni* por Terencio *et al.* (2001).

Com relação ao padrão de distribuição de heterocromatina, este grupo de peixes tem demonstrado bandas-C distribuídas preferencialmente nas regiões centroméricas e terminais de vários cromossomos, como pode ser observado na tabela 2.

Em algumas espécies, entretanto, foram visualizadas bandas intersticiais, geralmente em um par de cromossomos metacêntricos ou submetacêntricos, como em: *Pimelodus* sp. do rio Iguaçu (BORIN; MARTINS-SANTOS, 2004) e algumas populações de *Pimelodus maculatus* (VISSOTTO *et al.*, 1999b; SOUZA *et al.*, 2000; BORIN; MARTINS-SANTOS, 2002; SOUZA *et al.*, 2003).

Estudos com enzimas de restrição foram realizados pela primeira vez em uma espécie de *Pimelodus*, por Swarça *et al.* (2001b) em *P. maculatus*, do rio Tibagi - PR. Os autores utilizaram a enzima Alul e evidenciaram um padrão semelhante à banda C.

Mais recentemente, Mazzuchelli (2006) utilizou Alul e Ddel em *Pimelodus heraldoi* do rio Tibagi e *Pimelodus* sp. do rio Iguaçu, sendo obtidos, com a primeira enzima, resultados semelhantes aos da banda C. A enzima Ddel mostrou um padrão diferente para as duas espécies, sendo observadas bandas longitudinais em *P. heraldoi*, e em *Pimelodus* sp. os centrômeros mostraram-se totalmente

clivados pela mesma enzima. Mazzuchelli (2006) também utilizou a técnica de banda G e, após a ação da tripsina, os centrômeros das duas espécies de *Pimelodus* mostraram-se degradados, sendo semelhante aos resultados obtidos pela Ddel em *Pimelodus* sp.

A coloração com o fluorocromo CMA3, mostrou a presença de bandas coincidentes com as NORs, como pode ser evidenciado em *Pimelodus maculatus*, do rio Tibagi - PR (SWARÇA *et al.*, 2001b), *P. maculatus*, *P. ornatus* e *P. absconditus*, do rio Paraná - PR (BORIN; MARTINS-SANTOS, 2002), *P. argenteus* e *P. mysteriosus* do rio Paraguai - MS (SOUZA *et al.*, 2003), *P. sp.* e *P. ortmanni*, do rio Iguaçu - PR (BORIN; MARTINS-SANTOS, 2004), *P. fur* e *Pimelodus* sp., do rio São Francisco - MG (GARCIA; MOREIRA-FILHO, 2005).

Em *P. maculatus* do rio Paraguai-MS (SOUZA *et al.*, 2003) e do rio São Francisco - MG (GARCIA; MOREIRA-FILHO, 2005), *P. heraldoi*, do rio Tibagi - PR e *Pimelodus* sp. do rio Iguaçu - PR (SOUZA *et al.*, 2004), foram evidenciadas outras marcações além das coincidentes com as NORs.

Souza *et al.* (2003) estudando algumas espécies de *Pimelodus* do rio Paraguai (*P. argenteus*, *P. maculatus*, *P. mysteriosus*), realizaram um tratamento de banda C + CMA₃. Os resultados obtidos evidenciaram uma coloração fluorescente adicional nas 3 espécies, sendo bem mais evidente em *P. maculatus*, indicando que, nesta espécie, as regiões heterocromáticas tem uma maior quantidade de regiões GC. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza *et al.* (2004b) em *Pimelodus* sp. do rio Iguaçu - PR e *P. heraldoi* do rio Tibagi - PR.

Atualmente, das 11 espécies de *Pimelodus* estudadas, 7 apresentam dados sobre hibridação fluorescente *in situ* (FISH) com sondas de DNAr 18S: *Pimelodus* sp., *P. fur* e *P. maculatus* do rio São Francisco - MG (GARCIA; MOREIRA-FILHO, 2005), *P. heraldoi* do rio Tibagi - PR e *P. sp.* do rio Iguaçu - PR e *P. argenteus*, *P. maculatus* e *P. mysterious* do rio Paraguai - MS (SOUZA *et al.*, 2004a). Os resultados obtidos por estes autores confirmam a presença de um par de cromossomos portadores de cístrons ribossomais.

Em *Pimelodus* sp. do rio Iguaçu - PR, *P. argenteus* e *P. maculatus* do rio Paraguai - MS (SOUZA *et al.*, 2004b) e *P. fur* do rio São Francisco - MG (GARCIA; MOREIRA-FILHO, 2005), foi observado um heteromorfismo de tamanho das NORs, entre os homólogos, quando tratadas com nitrato de prata. O mesmo pode ser observado com a técnica de FISH, com sonda de DNAr 18S, comprovando

a existência de um heteromorfismo estrutural sendo estas regiões compostas por um número variável de cístrons ribossomais nestas espécies.

A hibridação com sondas de DNAr 5S, foi realizada em apenas três espécies, até o momento, *P. fur*, *P. maculatus* e *P. sp.* do rio São Francisco -MG, por Garcia, (2005). Os resultados mostram uma variação no número e na localização destes sítios ribossomais, entre estas espécies, sendo observado em *P. fur*, apenas um par submetacêntrico portador de sítios de DNAr 5S, em posição pericentromérica. *Pimelodus sp* e *P. maculatus*. apresentaram três pares portadores dos sítios, estando estes localizados em posições intersticiais, pericentroméricas e terminais de cromossomos distintos em ambas as espécies.

Tabela 2 – Dados citogenéticos no gênero *Pimelodus*.

Gênero e espécie	Localidade	2n	Fórmula cariotípica	NF	NORs localização	Hc	Ref
<i>Pimelodus</i>							
<i>P. absconditus</i>	R. Paraná, Porto Rico/PR	56	24m+18sm+8st+6a	106	t, st par 25, bl	t-c	1
<i>P. argenteus</i>	R. Paraguai, MS	56	24m+16sm+12st+4a	108	t, st par 26, bc	t-c	2
<i>P. blochii</i>	R. Solimões, AM	58	-	-	-	-	3
<i>P. blochii</i>	R. Araguaí, Barra do Garças, MT	56	36m/sm+20st/a	92*	t, sm, bc	-	4
<i>P. blochii</i>	R. Araguaí, Barra do Garças, MT	56/58	36m/sm+20st/a 14m+8sm+36a	92*/80*	S	-	5
<i>P. clarias</i>	Argentina	56	-	-	-	-	6
<i>P. fur</i>	R. Mogi, R. Pardo, R. Onça - SP	56	30m+14sm+12a	100*	-	-	7
<i>P. fur</i>	R. São Francisco, MG	54	32m+8sm+6st+8a	100	t, sm par 20, bl	t-c	8
<i>P. heraldoi</i>	R. Tibagi, PR	56	22m+22sm+6st+6a	106	t, st par 25, bl	t	9
<i>P. maculatus</i>	R. Mogi, R. Pardo, R. Onça - SP	56	30m+14sm+12a	100	-	-	7
<i>P. maculatus</i>	R. São Francisco, MG; R. Mogi-Guacu, SP	56	40m,sm+16st,a	96	t, st par 23, bl	-	10
<i>P. maculatus</i>	L. Guaíba, RS	56	-	-	-	-	11
<i>P. maculatus</i>	R. Tibagi, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	t, st par 23, bl	t-c	12
<i>P. maculatus</i>	R. Sapucaí; Represa Furnas, MG	56	40m/sm+16st/a	96	t, st, bl	-	13
<i>P. maculatus</i>	R. Paranapanema; Represa Jurumirim, SP	56	20m+20sm+10st+6a	106	t, st, bl	t-c-i	14
<i>P. maculatus</i>	Delta Paranaense, ARG.	56	24m+14sm+12st+6a	106*	t, m, bl	t-c	15
<i>P. maculatus</i>	R. Paraguai, MS	56	22m+16sm+10st+8a	100	t, st par 23, bl	t-c-i	2
<i>P. maculatus</i>	R. São Francisco, MG	56	32m+12sm+12st	112	t, sm par 20, bl	t-c	8
<i>P. maculatus</i>	R. Paraná, Porto Rico/PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	t, st par 23, bl	t-c-i	1
<i>P. cf. maculatus</i>	R. Jarí Almerim, PA	58	30m/sm+28st/a	88*	sm e st	t-i	16
<i>P. maculatus</i>	R. Tejuco; R. Araguaí, MG	56	-	-	-	-	17
<i>P. maculatus</i>	R. Congonhas, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	St, bl	t-c	18
<i>P. maculatus</i>	C. Três Bocas, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	t, st, bl	t-c	19
<i>P. maculatus</i>	Represa de Nova Ponte, Bacia do Parnaíba, MG	56	-	-	t, st, bl	-	20
<i>P. mysteriosus</i>	R. Paraguai, MS	56	26m+20sm+2st+8a	100	t, st par 24, bc	t-c	2
<i>P. ornatus</i>	R. Paraná, Porto Rico/PR	56	20m+18sm+8st+10a	102	t, st par 22, bc	t-c	1
<i>P. ortmanni</i>	Reservatório Caxias, R. Iguaçu, PR	56	24m+18sm+8st+6a	106*	t, st par 25, bl	c	21
<i>P. ortmanni</i>	R. Iguaçu, município de Palmeira, PR	56	-	-	i, sm, bl	-	22
<i>P. sp</i>	R. Mogi, R. Pardo, R. Onça - SP	56	30m+14sm+12a	100*	-	-	7
<i>P. sp</i>	R. São Francisco, MG	56	40m/sm+16st/a	96	t, st-a par 23, bl	-	10
<i>P. sp</i>	R. São Francisco, MG	56	32m+12sm+6st+6a	106	t, sm par 20, bl	t-c	8
<i>P. sp</i>	R. Iguaçu, PR	56	24m+26sm+4st+2a	110	t, st par 26, bl.	t	9
<i>P. sp</i>	Reservatório Caxias, R. Iguaçu, PR	56	30m+14sm+8st+4a	108*	t, st par 26, bl.	t-i	21

Legenda: 2n= número diplóide; NF= número fundamental; NORs= região organizadora de nucléolo; Hc= heterocromatina; Ref.= referências; R= Rio; L= lago; C= córrego; t= terminal; c= centromérica; i= intersticial bl= braço longo; bc= braço curto; m= cromossomo metacêntrico; sm= cromossomos submetacêntrico; st= cromossomo subteloicêntrico; a= cromossomo acrocêntrico, *= calculado no presente trabalho.

Referências:

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1- Borin e Martins-Santos (2002); | 9-; Souza et al. (2004); | 17- Moreira et al. (2004); |
| 2- Souza et al. (2003); | 10- Dias e Foresti (1993); | 18- Mazzuchelli et al. (2006); |
| 3- Della-Rosa et al. (1980) | 11- Costa e Reggi (1786); | 19- Mazzuchelli e Dias (2006); |
| 4- Faria et al. (2000); | 12- Swarça et al. (2001a); | 20- Humanes et al. (2006); |
| 5- Silva et al. (2004); | 13- Marques et al. (1998); | 21- Borin e Martins-Santos (2004); |
| 6- Fenocchio et al. (1994); | 14- Vissoto et al. (1999); | 22- Terencio et al. (2001). |
| 7- Toledo e Ferrari (1976); | 15- Heras e Mendonza (2002); | |
| 8- Garcia e Moreira-Filho (2005) | 16- Souza et al. (2000); | |

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo geral, analisar citogeneticamente espécies da família Pimelodidae de diferentes localidades e bacias hidrográficas, contribuindo assim com mais dados a respeito deste grupo de peixes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Estudar o cariótipo de algumas espécies de peixes pertencentes à família Pimelodidae coletadas no rio Piquiri - PR e lago Guaíba - RS;
- 2 Localizar as Regiões Organizadoras de Nucléolos;
- 3 Analisar o padrão de distribuição da heterocromatina;
- 4 Determinar as regiões cromossômicas ricas em pares de bases GC e AT;
- 5 Comparar os dados obtidos com os da literatura, relacionando-os com a evolução cromossômica do grupo.

REFERÊNCIAS

- BIGONI, A. P. V.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F.; TOLEDO FILHO, S. A. (1992) Estudos citogenéticos em *Pseudoplatystoma corruscans* (Pimelodidae, Sorubiminae) do rio Mogi-Guaçu, SP. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA PEIXES NEOTROPICAIS, IV. p. 32.
- BORIN, L. A.; MARTINS-SANTOS, I. C. (2002). Cytogenetic aspects in species of the genus *Pimelodus* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae) of the river Paraná Basin. *Cytologia* 67: p.199-204.
- BORIN, L. A.; MARTINS-SANTOS, I. C. (2004). Study on karyotype and occurrence of B chromosomes in two endemic species of the genus *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the river Iguazu. *Hereditas*, 140: p.201-209.
- BRITSKI, H. A. (1981). Sobre um novo gênero e espécie de Sorubiminae da Amazônia (PISCES, SILURIFORMES). *Pap. Avul. Zool.* São Paulo 34(7): p.109-114.
- BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. (1988). Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chave de identificação para os peixes da bacia do São Francisco.3.ed. Brasília: CODEVASF. p.54-55.
- BURGESS, W. E. (1989). Na Atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes. Canada: T. F. H. Publication.
- CARVALHO, R. A. (2004). Estudos Citogenéticos em *Iheringichthys labrosus* (PISCES, PIMELODIDAE) da represa de Capivara: ocorrência de cromossomo supranumerários. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual de Londrina - PR, 82p.
- CARVALHO, R. A.; GIULIANO-CAETANO, L.; DIAS, A. L. (2004). Cytogenetic Analysis of A- and B- Chromosomes of *Iheringichthys labrosus* (Pisces, Pimelodidae) from the Tibagi River, Paraná, Brazil. *Cytologia* 69(4): p.381-385.
- CARVALHO, R. A.; DIAS, A. L. (2005a). Cytogenetic characterization of B chromosomes in two populations of *Iheringichthys labrosus* (Pisces, Pimelodidae) from the Capivara Reservoir (Paraná, Brazil). *Caryologia* 58(3): p. 269-273.

CARVALHO, R. A.; DIAS, A. L. (2005b). Karyotypic characterization of *Iheringichthys labrosus* (Pisces, Pimelodidae): C-, G- and restriction endonuclease banding. *Genetics and Molecular Research*, 4(4): p. 663-667.

COSTA, L. J.; REGGI, R. (1986). Estudos preliminares de duas espécies da família Pimelodidae: *Pimelodus maculatus* e *Parapimelodus valenciennes* do rio Guaíba, RS. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA EVOLUTIVA APLICADA EM PEIXES NEOTROPICAIS, I, São Carlos, SP. p. 34.

DELLA-ROSA, V. A.; BERTOLLO, L. A. C.; FERRARI, I.; TAKAHASHI, C. S.; MOREIRA-FILHO, O.; FORESTI, F. (1980). Estudos citogenéticos de peixes da Amazônia. II. Ordem Siluriformes. *Ciênc Cult* 32:735 (proceedings).

DIAS, A. L.; FORESTI, F. (1990). Algumas considerações a respeito do cariótipo de *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes, Pimelodidae) do rio Mogi-Guaçu. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA EVOLUTIVA APLICADA EM PEIXES NEOTROPICAIS, III, Botucatu, SP. p. 32.

DIAS, A. L.; FORESTI, F. (1993). Cytogenetic studies on fishes of the family Pimelodidae (Siluroidei). *Revista Brasileira de Genética*, 16(3): p.585-600.

FARIA A. A.; BRITO, J. G.; VENERE, P. C. (2000). Citogenética de Pimelodidae: Caracterização cromossômica de *Pimelodus blochii*, *Pimelodella cristata* e *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes) do médio Araguaia. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA E GENÉTICA DE PEIXES, VIII, Manaus, AM. p 92.

FENOCCHIO, A. S.; BERTOLLO, L. A. C. (1992). Karyotype similarities among Pimelodidae (Pisces, Siluriformes) from the Brazilian Amazon region. *Cytobios* 69: p.41-46.

FENOCCHIO, A. S. (1993). Cromossomos supranumerários no gênero *Rhamdia* (Pisces). Caracterização cromossômica e considerações sobre a evolução cariotípica nos Siluroidei. *PhD Thesis*. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

FENOCCHIO, A. S.; PASTORI, M. C.; LOPEZ, P. A.; SANCHEZ, S.; ALBERDI, A. J.; BORDENAVE, S.; DIB, M. C. (1994). Levantamento citogenético em peixes de água doce da Argentina: resumo das espécies estudadas. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA EVOLUTIVA APLICADA A PEIXES NEOTROPICAIS, V, Botucatu SP. p.8.

GARCIA, R. M. G.; SACHETE, S.; MARTINS-SANTOS, I. C. (1990). Aspectos citogenéticos de *Iheringichthys labrosus* (Pisces, Pimelodidae) do rio Paraná, Região de Porto Rico, PR. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA EVOLUTIVA APLICADA EM PEIXES NEOTROPICAIS, III, Botucatu, SP. p. 32.

GARCIA, R. M. G.; SACHETE, S.; MARTINS-SANTOS, I. C. (1990). Aspectos citogenéticos de *Iheringichthys labrosus* (Pisces, Pimelodidae) do rio Paraná, Região de Porto Rico, PR. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA EVOLUTIVA APLICADA EM PEIXES NEOTROPICAIS, III, Botucatu, SP. p. 32.

GARCIA, C. (2005). Contribuição aos estudos citogenéticos em algumas espécies de 5 famílias de Siluriformes do rio São Francisco. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

GARCIA, C.; MOREIRA-FILHO, O. (2005). Cytogenetical analyses in three fish species of the genus *Pimelodus* (Siluriformes: Pimelodidae) from Rio São Francisco: Considerations about the karyotypical evolution in the genus. *Neotropical Ichthyology* 3(2): p.285-289.

GIL, H. R.; FELDBERG, E.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L. (1998). Kariological, biochemical, and physiological aspects of *Callophysus macropterus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the Solimões and Negro Rivers (Central Amazon). *Brazil. J. Med. Biol. Res.* 31(11): p.1449-1458.

HERAS, M. P.; MENDOZA, N. R. (2002). Análisis cariotípico de *Pimelodus maculatus* (LACÉPÈDE, 1803) (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae) provenientes del delta Paranaense. In: CONGRESO ARGENTINO DE GENETICA, XXXI, La Plata, Argentina. p. 95

HUMANES, A. C.; MOREIRA, R. G.; MORELLI, S. (2006). Caracterização cariotípica e análise das NORs da população de *Pimelodus maculatus* da represa de Nova Ponte (BACUA DO RIO PARANAÍBA, MG). In: SYMPOSIUM OF FISH CYTOGENETICS AND GENETICS, I INTERNATIONAL CONGRESS OF FISH GENETICS, XI, São Carlos SP. p.8.

LUCENA, C. A. S.; MALABARBA, L. R.; REIS, R. E. (1992). Resurrection of the Neotropical Pimelodid Catfish *Parapimelodus nigribarbis* (Boulenger), with a Phylogenetic Diagnosis of the Genus *Parapimelodus* (Teleostei: Siluriformes). *Copeia* 1: p. 138-146.

LUNDBERG, G. J.; BORNBUSCH, A. H.; MAGO-LECCIA, F. (1991a). *Gladioglanis conquistador* n. Sp. From Ecuador, with diagnoses of the subfamilies Rhamdiinae Bleeker and Pseudopimelodinae n. subf. (Siluriformes: Pimelodidae). *Copeia* 1: p.190-209.

LUNDBERG, G. J.; MAGO-LECCIA, F.; NASS, P. (1991b). *Exollodontus aguanai*, a new genus and species of Pimelodidae (Pisces: Siluriformes) from deep river channels of South America, and delimitation of the subfamily Pimelodinae. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 104(4): p.840-869.

LUNDBERG, G. J.; LITTMANN, M. W. (2003). Family Pimelodidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS. p.432-443.

MARQUES, S.; MAISTRO, E. L.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. (1998). Estudos cariotípicos na espécie *Pimelodus maculatus* (Pisces, Pimelodidae) coletada no rio Sapucaí, represa de Furnas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 44°, Águas de Lindóia SP. p. 59.

MARTINEZ, E. R. M.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. (2004). Cytogenetic Analyses of *Pseudopimelodus mangurus* (Teleostei: Siluriformes: Pseudopimelodidae). *Cytologia* 69(4): p.419-424.

MARTINS-SANTOS, I. C.; JULIO JR, H. F.; BURIN, I. (1996). Karyotypic studies of four species of the Sorubiminae subfamily (Pisces, Siluriformes). *Caryologia* 49(1): p.73-80.

MAZZUCHELLI, J.; DIAS, A. L. (2006). Contribuição aos estudos cromossômicos de *Pimelodus maculatus* (Pisces, Pimelodidae) coletados no Ribeirão Congonhas, Paraná. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, XXVI, Londrina PR. CD-Room.

MAZZUCHELLI, J.; DIAS A. L.; FENOCCHIO, A. S.; SWARÇA, A. C. (2006). Caracterização cromossômica de *Pimelodus maculatus* (Pisces, Pimelodidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, XXVI, Londrina PR. CD-Room.

MO, T. (1991). Anatomy and systematics of Bagridae (Teleostei) and Siluroid phylogeny. *Theses Zool.* 17: p. 1-216.

- MOLINA, R. A. S.; MORELLI, S. (2004). Análise Citogenética de uma população de *Pinirampus pinirampu* (Pisces, Siluriformes) da Bacia do Rio Araguari (Uberlândia, MG). In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA E GENÉTICA DE PEIXES, X, Natal RN. p. 143.
- MOREIRA, R. G.; MORELLI-SHIMIZU, L.; MORELLI, S. (2004). Aspectos citogenéticos de duas populações do mandi amarelo *Pimelodus maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae). In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA E GENÉTICA DE PEIXES, X, Natal, RN. p. 145.
- NELSON, J. S. (1994). Fishes of the world. 3. ed. New York: John Wiley and Sons. p. 600.
- OLIVEIRA, C.; GOSZTONYI, A. E. (2000). A cytogenetic study of *Diplomystes mesembrinus* (Teleostei, Siluriformes, Diplomystidae) with a discussion of chromosome evolution in siluriforms. *Caryologia* 53(1): p.31-37.
- PINNA, M. C. C. (1998). 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. p.279-330.
- SANCHEZ, S. (2006). Estudios Citogeneticos en Peces de la Familia Pimelodidae (Pisces, Siluriformes) DE LA Cuenca del Rio Paraná, Argentina. *PhD Thesis* Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- SHIBATTA, O. (2003). Phylogeny and classification of "Pimelodinae". In: ARRATIA, G.; KAPOOR, B. G.; CHARDON, M.; DIOGO, R. Catfishes. *Science Publishers, Inc.* Vol. 1, USA. p.385-397.
- SILVA, L.V.B.; ABREU, M. F.; SOUZA, I. L.; VENERE, P. C. (2004). Caracterização Cromossômica de *Hemisorubim platyrhynchos*, *Sorubim lima* e *Pimelodus blochii* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae) do Médio Araguaia. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA E GENÉTICA DE PEIXES, X, Natal, RN. p. 132.
- SILVFERGRIP, A. M. C. (1992). *Zungaro*, a senior synonym of *Paulicea* (Teleostei, Pimelodidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*. 3: p.305-310.

- SOUZA, A. B.; FONSECA, C. G.; PINHEIRO, L. E. L.; RIBEIRO, L. P. (1992). Estudos citogenéticos preliminares em *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do rio Paraguai. In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA EVOLUTIVA APLICADA A PEIXES NEOTROPICAIS, IV, Rio de Janeiro, RJ. p. 28.
- SOUZA, A. C. P.; NAGAMACHI, C. Y.; RISSIMO, J. D.; JAIME, R. C.; BARROS, R. M.; PIECZARKA, J. C. (2000). Descrição cariotípica de *Pimelodus cf. maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae). In: SIMPÓSIO DE CITOGENÉTICA E GENÉTICA DE PEIXES, VIII, Manaus, AM. p. 90.
- SOUZA, L.; GIULIANO-CAETANO, L.; DIAS, A. L. (2003). Karyotypic Study of three species of *Pimelodus* (Pisces, Pimelodidae) from the Paraguai River Basin. *Cytologia* 68(4): p.345-350.
- SOUZA, L., SWARÇA, A. C.; DIAS, A. L. (2004a). Analysis of the nucleolus organizer regions in 5 species of the genus *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae), using AgNO₃, CMA₃, and FISH with the 18S rDNA probe. *Caryologia*, 57: p.145-151.
- SOUZA, L., GIULIANO-CAETANO, L.; DIAS, A. L. (2004b). Banding chromosome pattern of two species of *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the Paraná river basin of Brazil. *Krakow*, 52: p.165-169.
- SOUZA-FILHO, H. S. (2006). Descrição de uma espécie nova e caracterização das espécies simpátricas de *Pimelodus* Lacépède, 1803 (SILURIFORMES, PIMELODIDAE) da bacia do alto rio Paraguai. *Monografia*, Universidade Estadual de Londrina, Londrina PR.
- STERBA, G. (1973). Freshwater fishes of the world. *T.F.H. publications*, USA, Vol. I e II: p.877.
- SWARÇA, A. C.; GIULIANO-CAETANO, L.; DIAS, A. L. (1999). Cytogenetic characterization through chromossomic banding of *Pinirampus pirinampu* (Pisces, Pimelodidae) from the Tibagi river basin PR/Brazil. *Caryologia*, 52(1-2): p.31-35.
- SWARÇA, A. C.; CESTARI, M. M.; GIULIANO-CAETANO, L.; DIAS, A. L. (2001a). Cytogenetic characterization of the large south American Siluriform fish species *Zungaro zungaro* (Pisces, Pimelodidae). *Chrom. Science* 5: p.51-55.
- SWARÇA, A. C.; GIULIANO-CAETANO, L.; DIAS, A. L. (2001b). Analyses of nucleolus organizer regions and heterocromatin of *Pimelodus maculatus* (Pisces: Pimelodidae). *Genética*, 110: p.97-100.

SWARÇA, A. C. (2003). Contribuição à citogenética dos Pimelodidae de grande porte: estudos cariotípicos de 4 espécies do "SUBGRUPO" Sorubiminae. Tese (Doutorado em Genética). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 160p.

SWARÇA, A. C.; FENOCCHIO, A. S.; CESTARI, M. M.; DIAS, A. L. (2003). Analysis of heterocromatin by combination of C-banding and CMA3 and DAPI staining in two fish species (PIMELODIDAE, SILURIFORMES). *Genética* 119: p.87-92.

SWARÇA, A. C.; FENOCCHIO, A. S.; CESTARI, M. M.; DIAS, A. L. (2005a). First chromosome data on *Steindachneridion scripta* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae) from Brazilian rivers: Giemsa, CBG, G-, and RE banding. *Genetics and Molecular Research*. 4(4): p. 734-741.

SWARÇA, A. C.; FENOCCHIO, A. S.; CESTARI, M. M.; DIAS, A. L. (2005b). Karyotype divergence among populations of giant catfish *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae) indicates higher species diversity. *Ichthol Expl Freshwaters* 16(4): p.325-330.

SWARÇA, A. C.; FENOCCHIO, A. S.; CESTARI, M. M.; DIAS, A. L. (2006). Heteromorphic sex chromosome system with an exceptionally large Y chromosome in a catfish *Steindachneridion* sp. (Pimelodidae). *Cytogenetic and Genome Research*. 112: p.325-328.

TERENCIO, M. L.; ALMEIDA, M. C.; ARTONI, R. F. (2001). Citogenética de *Pimelodus ortomanni*, uma espécie de mandi edêmica do rio Iguaçu. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 47°, Águas de Lindóia, SP. CD-Rom.

TOLEDO, V.; FERRARI, I. (1976). Estudo citogenético de três espécies do gênero *Pimelodus* (PIMELODIDAE, PISCES). *Científica*, 4 (2): p.101-106.

VASCONCELOS, C.; MARTINS-SANTOS, I. C. (2000). Chromosome polymorphism in species of the Pimelodidae family (Pisces, Siluriformes). *Hereditas*, 132: p.103-109.

VISSOTTO, P. C.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C. (1999a). Supernumerary chromosomes in two species of the family Pimelodidae (Teleostei, Siluriformes). *Chrom Science* 3: p.9-13.

VISSOTTO, P. C.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C. (1999b). Karyotype description of five species of Pimelodidae (Teleostei, Siluriformes). *Chromosome Science*, 3: p.1-7.

CAPÍTULO I

Diversidade cariotípica entre duas espécies do gênero *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae)*

*Este artigo será enviado para "Genetics and Molecular Biology"

Diversidade cariotípica entre duas espécies do gênero *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae)

Fernando Rodrigo Treco e Ana Lúcia Dias.

Universidade Estadual de Londrina/PR, Departamento de Biologia Geral, 86051970, Londrina, PR, Brasil. E-mail: anadias@uel.br

Resumo

Estudos citogenéticos foram realizados em duas espécies pertencentes ao gênero *Pimelodus*, coletadas no rio Piquiri/PR: *Pimelodus paranaensis* e *Pimelodus heraldoi*. Ambas apresentaram os mesmos números diplóide, $2n=56$ cromossomos e número fundamental (NF=104). Entretanto diferenças foram encontradas nas fórmulas cariotípicas. Em *P. paranaensis* o cariótipo era constituído de $22m + 22sm + 4st + 8a$ e em *P. heraldoi* de $18m + 24sm + 6st + 8a$. As NORs foram localizadas na região terminal do braço longo em um par de cromossomos subteloecêntricos, par 24 em *P. paranaensis* e par 23 em *P. heraldoi*, sendo observado na última espécie um heteromorfismo de tamanho destas regiões entre os cromossomos homólogos. A heterocromatina apresentou-se distribuída, principalmente, em regiões terminais nas duas espécies. Marcações CMA₃ positivas foram observadas em alguns cromossomos, além de associadas às NORs, sendo todas DAPI negativas, em ambas as espécies de *Pimelodus*. A associação de BC + CMA₃ e BC + DAPI revelou que, tanto em *P. paranaensis* quanto em *P. heraldoi*, a maior parte das regiões heterocromáticas foram ricas em bases AT. Neste trabalho são discutidas algumas questões relacionadas à evolução cariotípica do gênero *Pimelodus*.

Palavras-chave: Pimelodidae. *Pimelodus*. Rearranjos cromossômicos. Evolução cariotípica. Bandamento cromossômico.

Introdução

O rio Piquiri representa um dos afluentes da bacia do rio Paraná (Lowe McConnell, 1999), com uma extensão de aproximadamente 484,4 km, drenando uma área de 23.431 km². Este rio possui vários afluentes em sua margem direita, totalizando 29 rios, ribeirões, arroios e 52 córregos e na sua margem esquerda 32 afluentes, além de 35 córregos (Maack, 2002).

A ictiofauna do rio Piquiri é composta por um número aproximado de 62 espécies (Bonetto, 1986; Gubiani et al., 2006), com o predomínio de alguns grupos, 57% do número total de espécies pertencentes à ordem Characiformes e 24% aos Siluriformes (Bonetto, 1986).

Em relação aos estudos citogenéticos, algumas espécies representantes de diferentes famílias já foram estudadas nesta região, como por exemplo: *Apareiodon vladii* (citado como *Apareiodon* sp.), família Parodontidae (Rosa et al., 2006); *Oligosarcus pintoi* e *O. paranensis*, família Characidae (Rubert e Margarido, 2007).

O gênero *Pimelodus* é o mais especioso da família Pimelodidae, sendo composto atualmente por 24 espécies (Lundberg e Littmann, 2003), e é o mais estudado citogeneticamente, apresentando em sua maioria um número diplóide com $2n=56$ cromossomos, com algumas variações em sua fórmula cariotípica (Swarça et al., 2001; Borin e Martins-Santos, 2004).

Este trabalho teve por objetivo caracterizar citogeneticamente duas espécies de *Pimelodus* do rio Piquiri/PR, por meio de diferentes técnicas de bandamento cromossômico, representando o primeiro estudo da família Pimelodidae nesta região, e a primeira descrição cariotípica para *Pimelodus paranaensis*.

Materiais e Métodos

Foram analisados 9 exemplares de *Pimelodus paranaensis* (4 machos e 5 fêmeas) e 4 exemplares de *Pimelodus heraldoi* (3 machos e 1 fêmea) (Fig. 1a,b), coletados no rio Piquiri, região de Nova Laranjeiras - Paraná (Fig. 2).

Para a obtenção de cromossomos mitóticos metafásicos, foi utilizada a técnica proposta por Bertollo et al. (1978). Os cromossomos foram classificados em 4 grupos: metacêntrico (m), submetacêntrico (sm), subtelocêntrico (st) e acrocêntrico (a), segundo Levan et al. (1964). Para o cálculo do número fundamental, os cromossomos m, sm e st, foram classificados com dois braços, e os cromossomos acrocêntricos, com apenas um braço. A detecção dos cromossomos portadores das regiões organizadoras de nucléolos (NORs), foi feita através da impregnação por nitrato de prata, de acordo com Howell e Black (1980). O tratamento com os fluorocromos cromomicina A₃ (GC específico) e DAPI (AT específico) seguiu a técnica de Schweizer (1980). O padrão de distribuição da heterocromatina foi determinado segundo Sumner (1972).

Resultados e Discussão

As duas espécies estudadas aqui apresentaram número diplóide de 56 cromossomos e número fundamental igual a 104, mas com diferenças na macroestrutura cariotípica: *Pimelodus paranaensis* apresentou 22m + 22sm + 4st + 8a (Fig. 3a) e *P. heraldoi* 18m + 24sm + 6st + 8a (Fig. 3b); nesta última espécie foi observada uma constrição secundária na região terminal do braço longo, no cromossomo subtelocêntrico 23. Nenhuma diferença entre os cariótipos de macho e fêmea foi evidenciada na mesma espécies.

O número diplóide de 56 cromossomos é muito conservado em *Pimelodus*, sendo identificado na maioria das espécies deste gênero, com exceção de *Pimelodus blochii* com $2n=58$ (Della-Rosa et al., 1980) e *P. fur* com $2n=54$ (Garcia e Moreira-Filho, 2005). Oliveira e Gosztanyi (2000) sugerem que $2n=56$ cromossomos seria o número basal em Siluriformes e este número diplóide poderia representar uma característica plesiomórfica do gênero *Pimelodus*, sendo os números diplóides de $2n=54$ e $2n=58$ encontrados neste grupo uma característica apomórfica do gênero, como já sugerido por Garcia e Moreira Filho (2005).

O número fundamental alto, maior que 80, como aqui observado, também é característico deste grupo de peixes, por apresentar principalmente cromossomos de dois braços, isto é, metacêntricos, submetacêntricos e subtelocêntricos.

Apesar do número diplóide permanecer conservado em *Pimelodus*, variações na fórmula cariotípica foram encontradas entre várias espécies do gênero (Swarça et al., 2001; Souza et al., 2003; Garcia e Moreira-Filho, 2005), assim como observado para *P. paranaensis* e *P. heraldoi* no presente trabalho. O $NF=104$ manteve-se constante nas duas espécies, somente alterando a distribuição dos cromossomos m, sm e st. Além disso, Souza et al. (2004b) analisando *P. heraldoi* do rio Tibagi observaram uma fórmula cariotípica diferente da encontrada no presente trabalho, com $22m + 22sm + 6st + 6a$. Esta variabilidade cariotípica observada entre espécies distintas do mesmo gênero (interespecífica) e dentro da mesma espécie, mas de populações diferentes (interpopulacional), podem indicar que rearranjos cromossômicos, como inversões pericêntricas e/ou translocações, estejam envolvidos no processo de evolução cariotípica deste grupo de peixes.

A heterocromatina mostrou-se distribuída principalmente nas regiões terminais de vários cromossomos nas duas espécies, sendo observados alguns cromossomos com

marcações heterocromáticas em ambas extremidades (Fig. 4a,b). Em *P. paranaensis* os cromossomos metacêntricos 4, 8 e 11 e os submetacêntricos 14, 16 e 17, apresentaram marcações heterocromáticas em ambas as regiões terminais (Fig. 4a); *P. heraldoi* apresentou um maior número de cromossomos com bandas em ambas as extremidades: metacêntricos 2, 3, 6, 7 e 8; submetacêntricos 12, 14 e 16, sendo bem mais evidentes que em *P. paranaensis* e um par de cromossomos subtelocêntricos (24), com marcações bem fortes nas duas extremidades (Fig. 4b). Ainda em *P. heraldoi*, a constrição secundária no par 23 (st) apresentou-se heterocromática, sendo visualizado um heteromorfismo de tamanho entre os homólogos.

Souza et al. (2004), também identificaram bandas heterocromáticas principalmente nas regiões terminais, em *P. heraldoi* do rio Tibagi, entretanto, foi observado apenas um par de cromossomos portadores de bandas em ambas as extremidades. Sendo assim, é possível que diferenças na posição da heterocromatina possam estar diferenciando as duas populações.

Embora heterocromatina distribuída pelas regiões centroméricas e terminais, seja a situação mais freqüentemente encontrada em espécies pertencentes a este gênero (Souza et al., 2003; Borin e Martins-Santos, 2004), a presença de marcações heterocromáticas em ambas as regiões terminais, como aqui encontradas, parece ser uma característica comum de algumas espécies do gênero, como em: *Pimelodus maculatus*, do rio Paraná (Borin e Martins-Santos, 2002), *Pimelodus* sp., do rio Iguaçu (Borin e Martins-Santos, 2004; Souza et al., 2004), *Pimelodus* sp., do rio São Francisco (Garcia e Moreira-Filho, 2005). A presença destas bandas heterocromáticas pode indicar um marcador citotaxonomico no gênero *Pimelodus*, bem como na família Pimelodidae, sendo uma importante ferramenta no

entendimento das relações filogenéticas neste grupo de peixes, como já sugerido por Souza et al. (2004).

O tratamento com nitrato de prata, revelou nas duas espécies NORs simples, localizadas na região terminal do braço longo em um par de cromossomos subtelocêntricos, sendo o par 24 em *P. paranaensis* (Fig. 3a, box) e o par 23 em *P. heraldoi* (Fig. 3b, box). Nesta última espécie foi observado um heteromorfismo de tamanho entre essas regiões. Além disso, em ambas espécies a heterocromatina apareceu associada às NORs (Fig. 4a, b). Os dados obtidos aqui para *P. heraldoi* diferem dos encontrados por Souza et al. (2004), da população do rio Tibagi, onde as NORs foram identificadas no par 25, sem o heteromorfismo de tamanho.

A presença de NORs simples, localizadas na extremidade do braço longo de um par de cromossomos st é comum neste gênero, sendo que a variação encontrada neste grupo deve-se a posição destes sítios nos cromossomos. São descritos na literatura, em 4 das 14 espécies de *Pimelodus* estudadas, a presença de NORs localizadas na região terminal do braço curto: *Pimelodus absconditus* (Borin e Martins-Santos, 2002), *P. argenteus* (Souza et al., 2003), *P. Blochii* (Faria et al., 2000) e *P. ornatus* (Borin e Martins-Santos, 2002). Estas variações na posição, bem como no par cromossômico portador das NORs, como observadas aqui, fortalecem a idéia de que rearranjos cromossômicos, tais como inversões ou translocações, representam o principal mecanismo envolvido no processo de evolução deste grupo de peixes.

Por meio do tratamento com o fluorocromo cromomicina A₃ (CMA₃) foram evidenciadas, para *P. paranaensis* e *P. heraldoi* marcações em um par de cromossomos st coincidentes com as NORs (Fig. 5a e 5b, respectivamente); outros sítios ricos em pares de bases GC foram evidenciados para as duas espécies, sendo estes característicos para cada

uma. Em *P. paranaensis*, foram identificadas regiões fluorescentes nos centrômeros de dois pares cromossômicos (Fig. 5a), enquanto que em *P. heraldoi*, algumas regiões terminais apresentaram bandas CMA₃ positivas, sendo observado nesta última espécie, um cromossomo com bandas em ambas as extremidades (Fig. 5b).

A população de *P. heraldoi* do rio Tibagi, analisada por Souza et al. (2004), apresentou resultados de CMA₃ semelhantes aos obtidos aqui, isto é, além do par das NORs outros cromossomos mostraram marcações fluorescentes. Tais resultados também foram obtidos em: *P. maculatus* do rio Paraguai (Souza et al., 2003), *Pimelodus* sp. do rio Iguaçu/PR (Souza et al., 2004) e *P. maculatus* do rio São Francisco (Garcia e Moreira-Filho, 2005).

Quando as preparações cromossômicas das duas espécies do rio Piquiri foram submetidas ao tratamento com o fluorocromo DAPI, foi obtida uma coloração homogênea, sendo identificadas algumas regiões pálidas (DAPI negativo), coincidentes com as regiões GC ricas (Fig. 5 c e d).

A associação de banda C + fluorocromos permitiu um estudo mais detalhado da heterocromatina nestas espécies. Quando associadas BC + CMA₃, foram obtidas poucas marcações em *P. paranaensis* sendo apenas em 2 pares cromossômicos, nas regiões centromérica e terminal de cada um (Fig. 6a), evidenciando pouca heterocromatina rica em GC nesta espécie; em *P. heraldoi* mais regiões heterocromáticas ricas em GC foram evidenciadas, até mesmo em ambas as extremidades de alguns cromossomos (Fig. 6b). Souza et al. (2004) também observaram alguns regiões heterocromáticas ricas em GC, em *P. heraldoi* do rio Tibagi.

A associação de BC + DAPI revelou várias marcações fluorescentes tanto em *P. paranaensis* (Fig. 6c), quanto em *P. heraldoi* (Fig. 6d), com um maior número de bandas nesta última espécie, revelando que as regiões heterocromáticas em sua maioria são ricas em pares de bases AT, em ambas as espécies. O único dado de BC + DAPI na família Pimelodidae foi obtido por Swarça et al. (2003), analisando *Steindachneridion* sp, na qual foram observadas várias regiões heterocromáticas ricas em bases AT, diferindo do tratamento simples com DAPI, como também evidenciado no presente trabalho. Segundo os autores acima citados, o pré tratamento com banda C pode relaxar o DNA e aumentar a acessibilidade dos fluorocromos, permitindo uma análise mais detalhada da composição da heterocromatina.

Os dados obtidos com BC + fluorocromos revelaram diferenças na composição da heterocromatina nas duas espécies de *Pimelodus* do rio Piquiri. Esta associação de técnicas representa uma importante ferramenta citogenética, recentemente utilizada no grupo de peixes, pois além de poder analisar mais detalhadamente a composição da heterocromatina, pode ser utilizada para a comparação de espécies.

O presente estudo representa uma importante contribuição à citogenética do gênero *Pimelodus*, uma vez que relata a primeira descrição de *P. paranaensis* e da família Pimelodidae no rio Piquiri. Os resultados confirmaram a conservação do número diplóide no gênero *Pimelodus* e uma diversidade cariotípica entre as duas espécies analisadas, em relação à macro e microestrutura cromossômica.

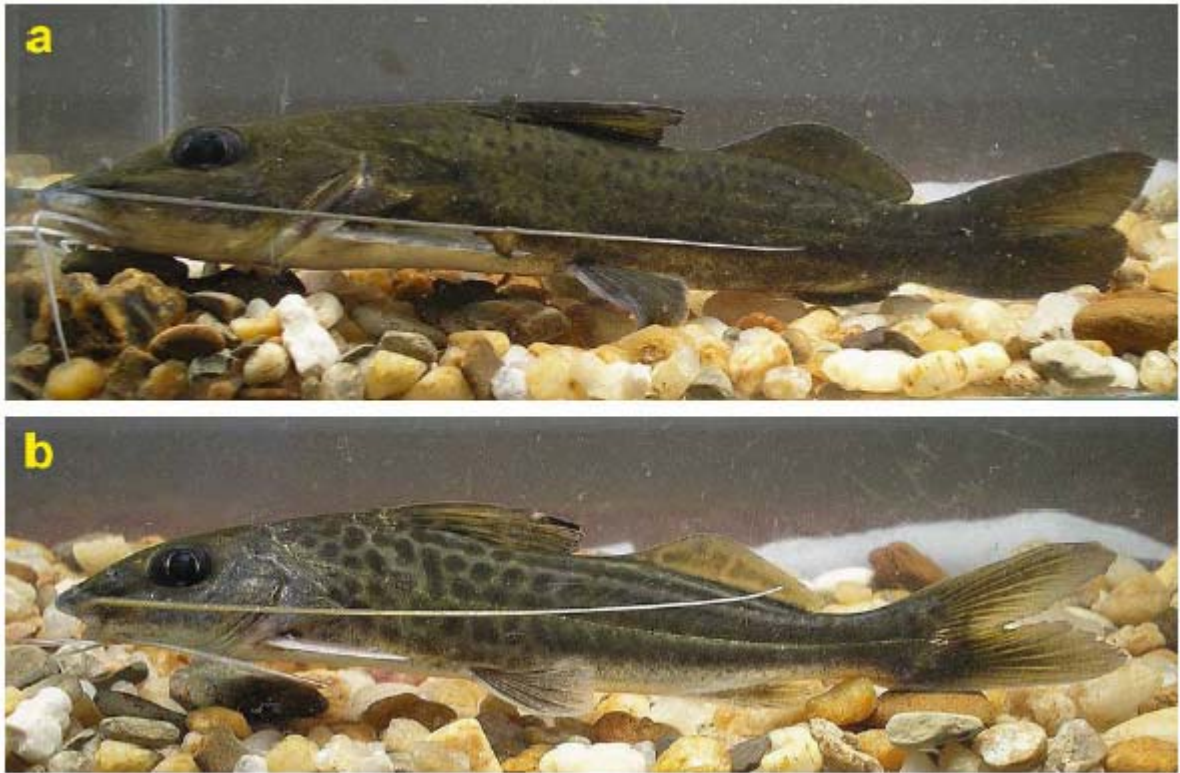


Figura 1 – Exemplos de: *Pimelodus paranaensis* (a) e *Pimelodus heraldoi* (b).

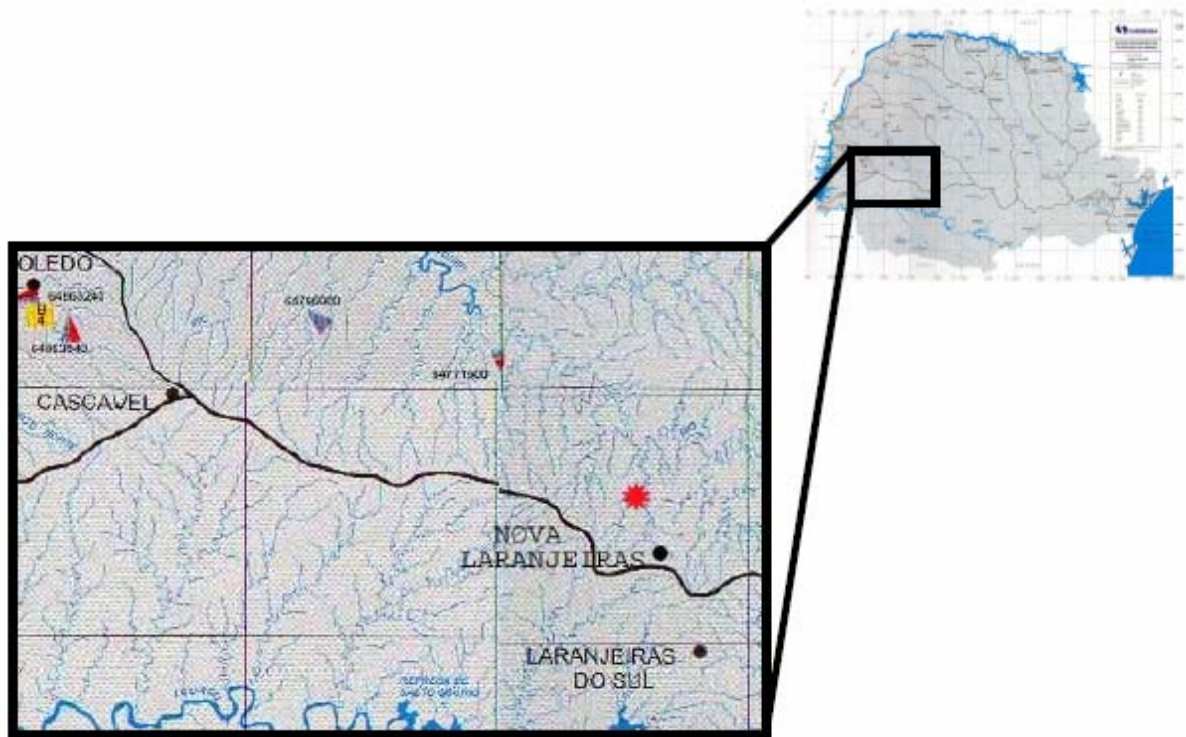
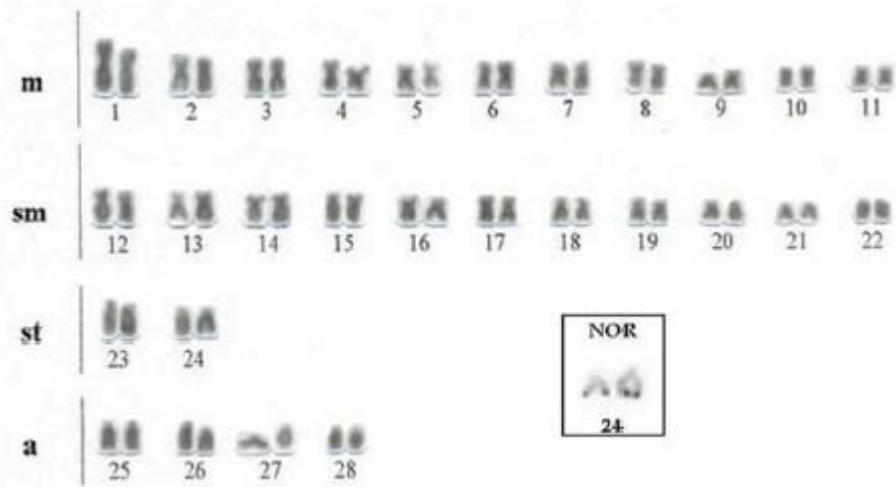


Figura 2 – Mapa do Rio Piquiri, (●) Local de coleta

a



b

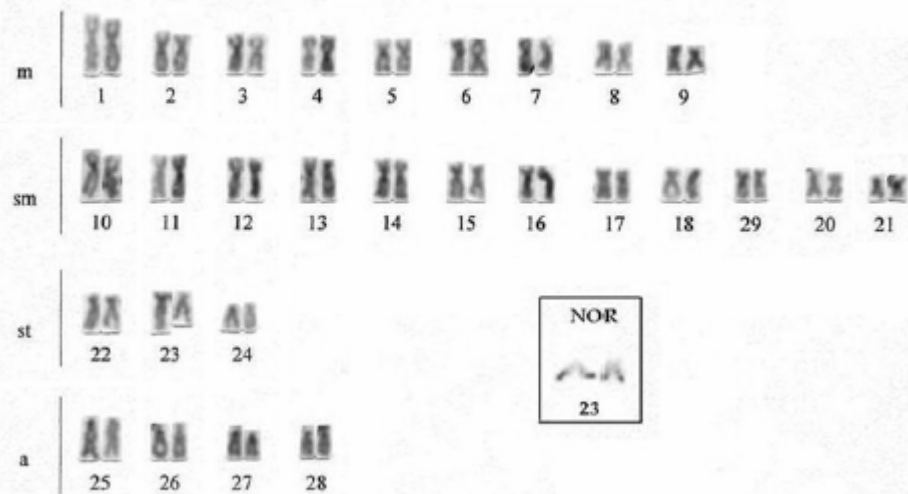
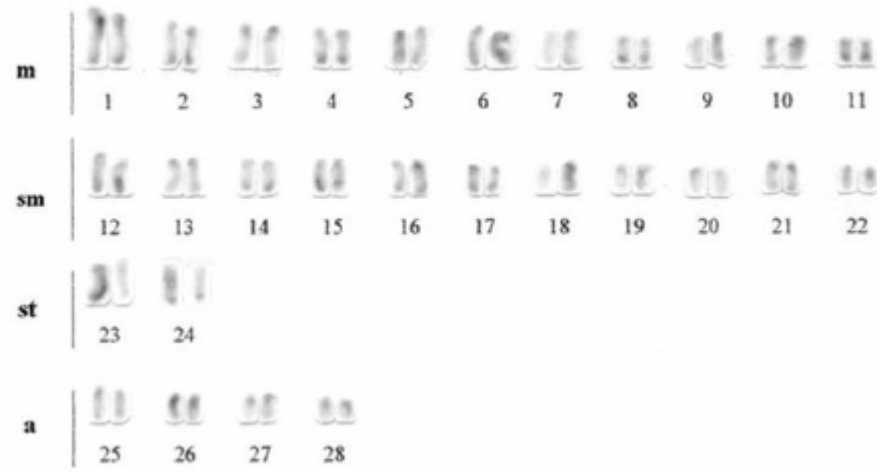


Figura 3 – Cariótipo corado com Giemsa. a) *Pimelodus paranaensis* e b) *Pimelodus heraldoi*. O box mostra os cromossomos portadores das NORs.

a



b

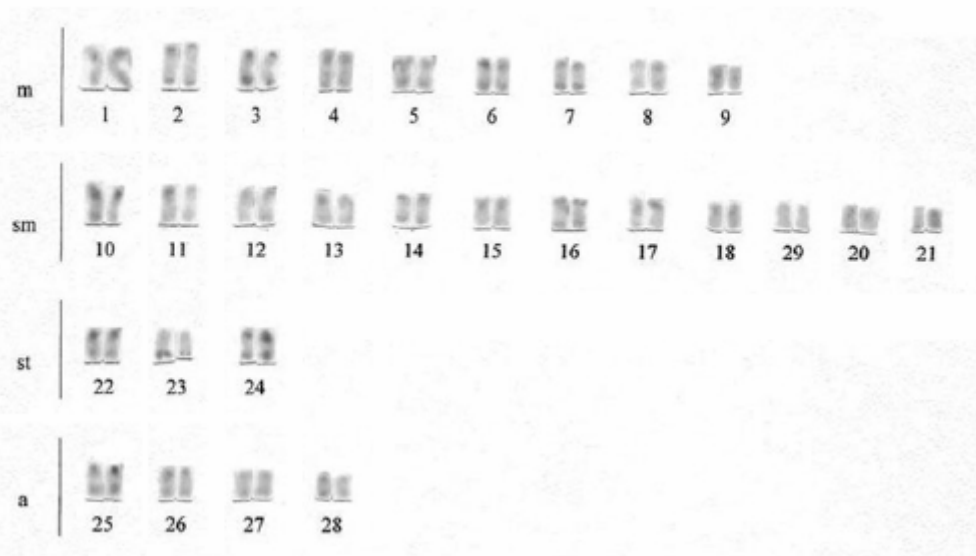


Figura 4 – Cariótipo de banda C. a) *Pimelodus paranaensis* e b) *Pimelodus heraldoi*.

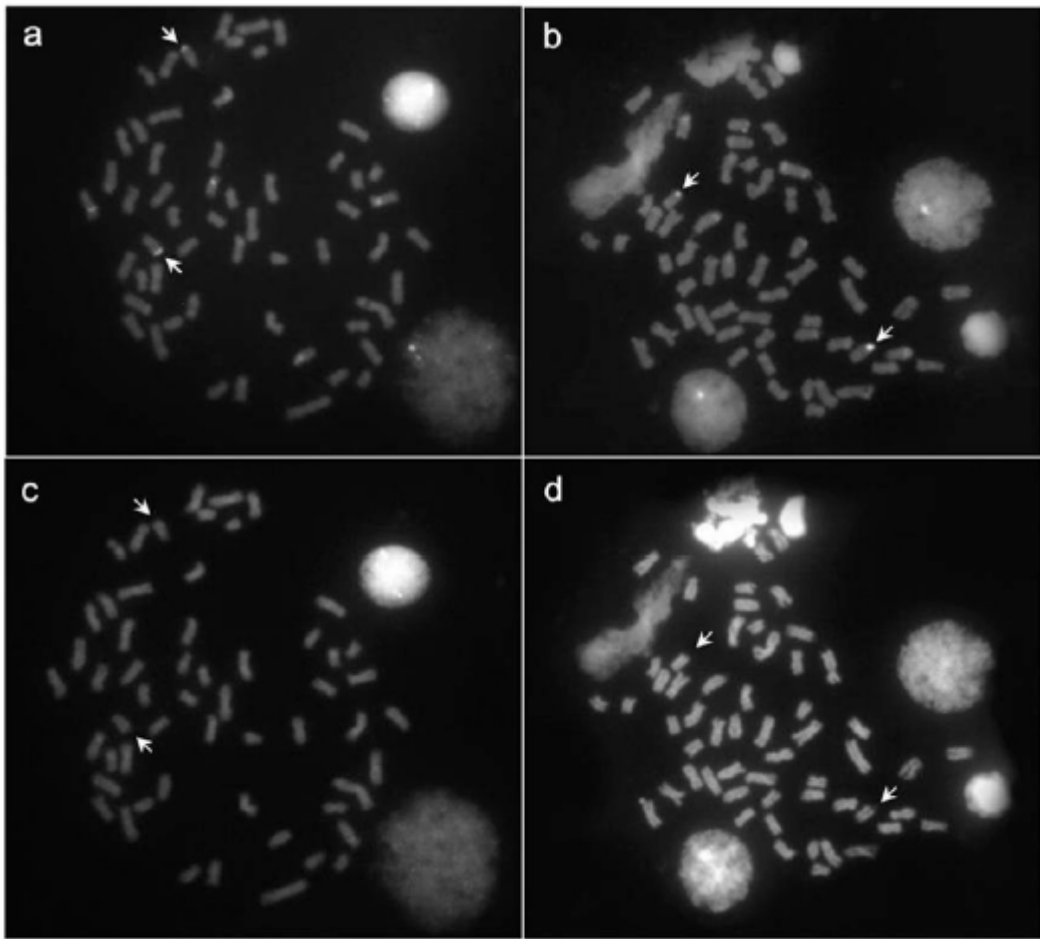


Figura 5 – Metáfases de *Pimelodus paranaensis*: (a) CMA3 e (c) DAPI; e *Pimelodus heraldoi*: (b) CMA3 e (d) DAPI; as setas indicam os cromossomos portadores das NORs.

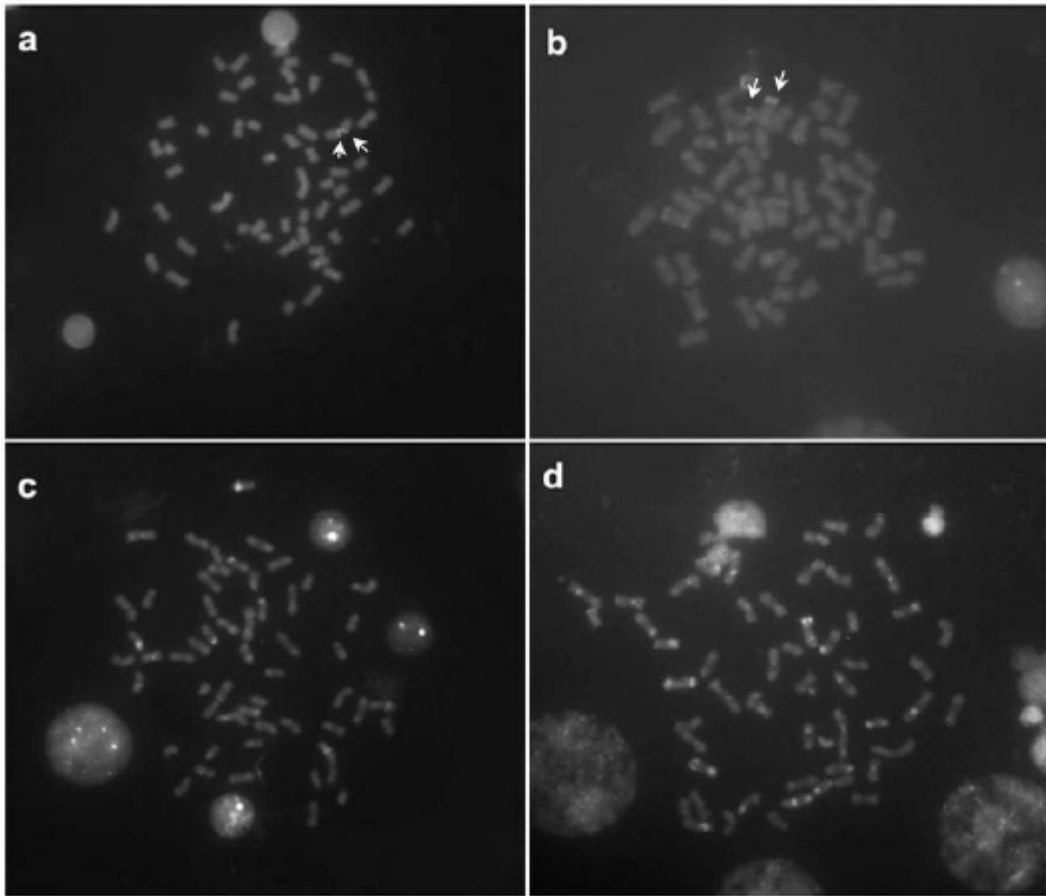


Figura 6 – Metáfases de *Pimelodus paranaensis*: a) BC + CMA₃ e c) BC + DAPI; e de *Pimelodus heraldoi* :b) BC + CMA₃ e d) BC + DAPI.

Referências Bibliográficas

- Bertollo LAC, Takahashi CS and Moreira-Filho O (1978). Cytotaxonomic considerations on *Hoplias lacerdae* (Pisces, Erythrinidae). *Brazilian Journal of Genetics*, 1(2): 103-120.
- Bonetto AA (1986). The Paraná river system. In: DAVIES, B. B.; WALKER, K. F. (Eds). *The Ecology of River Systems*. Dordrecht, The Netherlands: Dr W. Junk Publishers. p. 541-555.
- Borin IA and Martins-Santos IC (2002). Cytogenetic aspects in species of the genus *Pimelodus* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae) of the river Paraná Basin. *Cytologia* 67: 199-204.
- Borin IA and Martins-Santos IC (2004). Study on karyotype and occurrence of B chromosomes in two endemic species of the genus *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the river Iguaçu. *Hereditas*, 140: 201-209.
- Rosa R, Bellafronte E, Moreira-Filho O and Margarido VP (2006). Constitutive heterochromatin, 5S and 18S rDNA genes in *Apareiodon* sp. (Characiformes, Parodontidae) with a ZZ/ZW sex chromosome system. *Genetica*, 128: 159-166.
- Faria AA, Brito JG and Venere PC (2000). Citogenética de Pimelodidae: Caracterização cromossômica de *Pimelodus blochii*, *Pimelodella cristata* e *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes) do médio Araguaia. In: Proceedings of VIII Simpósio de Citogenética e Genética de Peixes, Manaus, AM. p 92.
- Garcia C and Moreira-Filho O (2005). Cytogenetical analyses in three fish species of the genus *Pimelodus* (Siluriformes: Pimelodidae) from Rio São Francisco: Considerations about the karyotypical evolution in the genus. *Neotropical Ichthyology* 3(2): p.285-289.
- Gubiani EA, Holzbach AJ, Baumgartner G, Neto IBR and Bergmann F (2006). Fish, Piquiri River, upper Paraná River Basin, Paraná State, Brazil. *Check List*, 2 (3): 9-14.

- Howell WM and Black DA (1980). Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. *Experientia*, 36: p.1014-1015.
- Levan A, Fredga K and Sandberg AA (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52: 201-220.
- Lowe-Mcconnell RH (1999). Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais. São Paulo: Edusp.
- Lundberg JG and Littmann MW (2003). Pimelodidae (long-whiskered catfishes). In: Checklist of the freshwater fishes of South and Central America (Reis RE, Kullander SO and Ferraris Jr CJ, eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, RS, Brazil, pp. 432-446.
- Maack R (2002). *Geografia Física do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro: J. Olympio, Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Estado do governo do Estado do Paraná.
- Oliveira C and Gosztanyi AE (2000). A cytogenetic study of *Diplomystes mesembrinus* (Teleostei, Siluriformes, Diplomystidae) with a discussion of chromosome evolution in siluriforms. *Caryologia* 53(1): 31-37.
- Rubert M and Margarido VP (2007). Cytogenetic studies in three species of the genus *Oligosarcus* (Pisces, Characidae, Acestrorhynchinae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 50(1): 127-135.
- Schweizer D (1980). Simultaneous fluorescent staining of R-bands and specific heterochromatic regions (DA-DAPI bandas) in human chromosomes. *Citogenet. Cell. Genet.* 27: 190-193.
- Souza L, Giuliano-Caetano L and Dias AL (2003). Karyotypic Study of three species of *Pimelodus* (Pisces, Pimelodidae) from the Paraguai River Basin. *Cytologia* 68(4): 345-350.

- Souza L, Giuliano-Caetano L and Dias AL (2004). Banding chromosome pattern of two species of *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the Paraná river basin of Brazil. *Krakow*, 52: 165-169.
- Sumner AT (1972). A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Experimental Cell Research*, 75: 304-306.
- Swarça AC Giuliano-Caetano L and Dias AL (2001). Analyses of nucleolus organizer regions and heterochromatin of *Pimelodus maculatus* (Pisces: Pimelodidae). *Genética*, 110: 97-100.
- Swarça, A. C.; Fenocchio, A. S.; Cestari, M. M.; Dias, A. L. (2003). Analysis of heterochromatin by combination of C-banding and CMA₃ and DAPI staining in two fish species (PIMELODIDAE, SILURIFORMES). *Genética* 119: p.87-92.

CAPÍTULO II

Estudos Citogenéticos em Duas Espécies da Família Pimelodidae (Siluriformes) Coletadas no Lago Guaíba - RS*

Este artigo será enviado para "Neotropical Ichthyology"

Estudos Citogenéticos em Duas Espécies da Família Pimelodidae (Siluriformes) Coletadas no Lago Guaíba - RS

Fernando Rodrigo Treco*, Luis Roberto Malabarba**, Lucia Giuliano-Caetano* e Ana Lúcia Dias*

* Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Biologia Geral, 86051-970, Londrina, PR, Brasil

** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, 91501970 - Porto Alegre, RS - Brasil

Resumo

Foram analisados citogeneticamente exemplares de *Parapimelodus nigribarbis* e *Pimelodus maculatus* coletados na bacia do rio Guaíba, Porto Alegre/RS. As duas espécies apresentaram um número diplóide de 56 cromossomos, com 20m + 20sm + 4st + 12a, NF igual a 100 em *Parapimelodus nigribarbis*; e 24m + 20sm + 6st + 6a e NF igual 106 *Pimelodus maculatus*. As NORs foram evidenciadas em apenas um par de cromossomos subtlocêntricos, na região terminal do braço longo, nas duas espécies estudadas, sendo coincidentes com a banda C e CMA₃; a coloração com DAPI nestas regiões foi negativo. *Parapimelodus nigribarbis* apresentou um maior número de bandas heterocromáticas do que *Pimelodus maculatus*, distribuídas principalmente em regiões terminais. Nesta última espécie foi observada uma banda intersticial no braço curto do primeiro par metacêntrico. Banda C + CMA₃ evidenciou em ambas as espécies que heterocromatina associada às NORs é rica em GC. Além da associação com as NORs, em *Parapimelodus nigribarbis* outras regiões fluorescentes foram observadas. Com Banda C + DAPI várias marcações foram encontradas nas duas espécies, revelando uma grande quantidade de heterocromatina rica em AT assim como a heterocromatina intersticial de *P. maculatus*.

Palavras-chave: *Parapimelodus*. *Pimelodus*. NORs. Heterocromatina. Fluorocromos.

Introdução

O lago Guaíba representa um dos mais importantes recursos hídricos do Rio Grande do Sul, com uma área de 500 km² e cerca de 50 km de comprimento por 12 km de largura. Este lago drena uma área de 85.950 km², sendo composto por descargas diretas dos rios Vacacaí-Jacuí, Caí, Sinos, Gravataí e diversos arroios. Pela sua extensão, o Guaíba possui profundidades que variando de 5 a 6 metros e alguns trechos no canal de navegação de 20 e 50 metros (Lopes, 2006).

Segundo Lucena *et al.* (1994), o lago Guaíba é um local de ocorrência sazonal de algumas espécies de peixes, provenientes do sul da Lagoa dos Patos, e com 56 espécies residentes permanentes. Um monitoramento da ictiofauna deste lago e seus tributários foi realizado nos anos de 2002 a 2004, onde foram identificadas 66 espécies distribuídas em 21 famílias, sendo *Astyanax fasciatus* e *Cheirodon ibicuihensis*, pertencentes a família Characidae, as espécies com maior frequência (Lopes, 2006).

A família Pimelodidae, é um grupo extremamente diversificado, composto por aproximadamente 128 espécies (45 não descritas), distribuídas em 31 gêneros (Lundberg e Littmann, 2003), foi representada no lago Guaíba apenas pelas espécies *Parapimelodus nigribarbis* e *Pimelodus maculatus*, tendo estas uma baixa frequência neste lago (Lopes, 2006).

O gênero *Pimelodus* é o mais numeroso dentro da família Pimelodidae, composto por 24 espécies (Lundberg e Littmann, 2003) e um dos mais estudados do ponto de vista citogenético. Por outro lado, *Parapimelodus* é representado por apenas duas espécies, *P. valenciennis* e *P. nigribarbis* sendo encontrados na literatura dados somente do número diplóide para a primeira espécie (Costa e Reggi, 1986), onde foi identificado um número de $2n= 56$ cromossomos, número este frequentemente observado na família Pimelodidae.

Entre as espécies pertencentes ao gênero *Pimelodus*, *P. maculatus*, é a que tem sido mais estudada por diversos autores (Vissoto *et al.*, 1999; Swarça *et al.*, 2001a; Borin e Martins-Santos, 2002; entre outros). As diferentes populações analisadas apresentaram número diplóide igual a 56, e variações em sua fórmula cariotípica, sendo observadas NORs simples e um padrão de distribuição de heterocromatina geralmente em regiões centroméricas e/ou terminais.

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar citogeneticamente duas espécies da família Pimelodidae: *Parapimelodus nigribarbis* e *Pimelodus maculatus*, do lago Guaíba - RS, apresentando, pela primeira vez, dados cromossômicos para a primeira espécie.

Materiais e Métodos

No presente estudo foram analisados 13 exemplares de *Parapimelodus nigribarbis* (6 machos e 7 fêmeas) e 5 exemplares de *Pimelodus maculatus* (2 machos, 1 fêmea e 2 de sexo indeterminado) (Fig. 1a,b), coletados no lago Guaíba, Porto Alegre/RS (Fig. 2). Os exemplares foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina sob os números: MZUEL 4060 -*Parapimelodus nigribarbis*; MZUEL 4061, MZUEL 4062 e MZUEL 4063 - *Pimelodus maculatus*.

Para a obtenção de cromossomos mitóticos, foi utilizada a técnica proposta por Bertollo *et al.* (1978). Os cromossomos foram classificados em 4 grupos: metacêntrico (m), submetacêntrico (sm), subtelocêntrico (st) e acrocêntrico (a), segundo Levan *et al.* (1964). Para o cálculo do número fundamental (NF) os cromossomos m, sm e st, foram classificados com dois braços, e os cromossomos acrocêntricos, com apenas um braço. A detecção dos cromossomos portadores das regiões organizadoras de nucléolos (NORs), foi

feita através da impregnação por nitrato de prata de acordo com Howell e Black (1980). O tratamento com os fluorocromos cromomicina A3 (GC específico) e DAPI (AT específico) seguiu a técnica de Schweizer (1980). O padrão de distribuição da heterocromatina foi determinado segundo Sumner (1972).

Resultados

Os resultados obtidos para as duas espécies revelaram um número diplóide de $2n=56$ cromossomos, sendo que *Parapimelodus nigribarbis* apresentou $20m + 20sm + 4st + 12a$ e $NF=100$ (Fig. 3a) e *Pimelodus maculatus* $24m + 20sm + 6st + 6a$, com $NF=106$ (Fig. 4a). Foi identificada a presença de uma constrição secundária na região terminal do braço longo de um par de cromossomos subtelocêntricos, par 24, em *P. maculatus* (Fig. 4a).

Parapimelodus nigribarbis apresentou heterocromatina distribuída nas regiões centroméricas e, principalmente, terminais de vários cromossomos, sendo que nos pares metacêntricos 1, 3, 4 e 5 e pares submetacêntricos 13, 15, 18 e 19, foram identificadas marcações heterocromáticas em ambas as extremidades (Fig. 3b). *Pimelodus maculatus* apresentou uma menor quantidade de heterocromatina, distribuída pelas regiões centroméricas e terminais de alguns cromossomos, sendo identificada heterocromatina em posição intersticial, no braço curto do par cromossômico 1 (Fig. 4b).

O par 22 em *Parapimelodus nigribarbis* e o par 24 de *Pimelodus maculatus* mostraram heterocromatina no braço longo, região terminal, sendo observado um heteromorfismo de tamanho entre estas regiões nesta última espécie (Figuras 3b e 4b, respectivamente).

As regiões organizadoras de nucléolos, foram localizadas na região terminal do braço longo em um par de cromossomos subtelocêntricos em ambas as espécies: par 22 em *P. nigribarbis* (Fig. 3a - box) e par 24 em *P. maculatus* (Fig. 4a - box), sendo observado um heteromorfismo de tamanho entre os homólogos nesta última espécie.

A coloração pelo fluorocromo cromomicina A₃ (CMA₃), revelou sinais fluorescentes correspondentes com as NORs em ambas as espécies (Fig. 5a,b), sendo identificados outros sinais fluorescentes nas regiões centroméricas e teloméricas de alguns cromossomos de *Parapimelodus nigribarbis* (Fig. 5a)

A coloração pelo fluorocromo DAPI, mostrou apenas regiões pálidas (DAPI negativo), correspondentes com as regiões CMA₃ positivas, nas duas espécies estudadas (Fig. 5c,d).

A técnica de banda C + CMA₃, mostrou nas duas espécies marcações correspondentes às NORs (Fig. 6a,b), entretanto, em *Parapimelodus nigribarbis* outros sinais fluorescentes em algumas regiões cromossômicas terminais foram observadas. (Fig. 6a).

Banda C + DAPI mostrou várias bandas fluorescentes, nas regiões centroméricas e terminais de vários cromossomos nas duas espécies (Fig. 6c,d); em *Pimelodus maculatus*, a heterocromatina em posição intersticial, do cromossomo metacêntrico 1, também mostrou sinal fluorescente (Fig.6d).

Discussão

O presente trabalho mostra a primeira descrição cariotípica para *Parapimelodus nigribarbis*, e também os primeiros dados citogenéticos mais detalhados no gênero, uma vez

que só existe relato do número diplóide para *Parapimelodus valenciennes* (Costa e Reggi, 1986).

O número diplóide de 56 cromossomos descrito aqui para *Parapimelodus nigribarbis* e *Pimelodus maculatus* do lago Guaíba/RS, vem sendo encontrado na maior parte das espécies pertencentes à família Pimelodidae sendo que, das 32 descritas, apenas 6 apresentaram um número diplóide diferente: *Calophysus macropterus* (Gil *et al.*, 1998) e *Pinirampus pirinampu* (Swarça *et al.*, 1999) com $2n=50$; *Pimelodus fur* (Garcia e Moreira-Filho, 2005) e *Megalonema platanum* (Sanchez, 2006) com $2n= 54$; e *Pimelodus blochii* (Della-Rosa *et al.*, 1980) com $2n= 58$.

Oliveira e Gosztonyi (2000) sugerem que $2n= 56$ cromossomos é o número diplóide ancestral dentro dos Siluriformes, o que explica a alta frequência deste número dentro desta família. Portanto, este número diplóide pode ser considerado um caráter plesiomórfico na família Pimelodidae, bem como no gênero *Pimelodus*, pois a maioria de suas espécies também possuem $2n=56$ (Swarça *et al.*, 2001a; Borin e Martins-Santos, 2002 e 2004; Garcia e Moreira-Filho, 2005; entre outros), e as variações deste número um caráter apomórfico.

Embora o número diplóide permaneça constante entre os pimelodideos, variações na fórmula cariotípica são encontradas em várias espécies do gênero *Pimelodus*, incluindo indivíduos da mesma espécie, mas de populações diferentes. *P. maculatus* tem sido analisada por diversos autores, em diferentes populações, e em todas foi observado um $2n=56$. Contudo, ocorre uma variação inter-populacional, em relação a fórmula cariotípica, como sumarizado na Tabela 3, incluindo os dados do presente estudo.

Atualmente, das 14 populações de *Pimelodus maculatus* estudadas apenas 5 compartilham uma mesma fórmula cariotípica, que é a de $20m + 20sm + 10st + 6a$ (Tabela

1). Todas as demais possuem constituições cromossômicas características. Uma outra análise poderia ser feita, se o cariótipo destas populações fosse analisado agrupando os cromossomos em metacêntrico/submetacêntrico (m/sm) e subtelocêntrico/acrocêntrico (st/a): seriam identificados 4 grupos em relação a fórmula cariotípica, como evidenciado na tabela 1. O cariótipo com $20m+20sm+10st+6a$, agrupado agora em $40m/sm + 16st/a$, continuaria em um maior número de populações agora acrescido de mais duas, sendo interessante notar que estas populações estão localizadas em bacias hidrográficas próximas, o que poderia estar indicando uma evolução cariotípica mais conservativa nestas populações que nas demais.

As variações na macroestrutura cariotípica, nas demais populações, inclusive na do lago Guaíba, agrupando ou não os cromossomos em m/sm e st/a, provavelmente estariam ocorrendo devido à presença de rearranjos cromossômicos, tais como, inversões e/ou translocações, durante seu processo evolutivo. Portanto, o processo de evolução cariotípica de cada população ou grupo de populações de *P. maculatus* poderiam estar seguindo diferentes caminhos.

A distribuição da heterocromatina nas duas espécies seguiu o padrão encontrado na família Pimelodidae, isto é, em regiões centroméricas e/ou terminais, entretanto, cada espécie apresentou um padrão característico, enfatizando a importância deste bandamento cromossômico na diferenciação destas espécies. *Parapimelodus nigribarbis*, apresentou uma maior quantidade de heterocromatina, principalmente distribuída em regiões terminais. *Pimelodus maculatus*, apresentou uma menor quantidade de heterocromatina, estando esta distribuída em algumas regiões terminais e centroméricas, e na porção intersticial do par 1 metacêntrico. De acordo com Margarido e Galetti Jr. (1999), o padrão de distribuição da

heterocromatina permite estabelecer relações filogenéticas, incluindo a caracterização e diferenciação de algumas espécies.

Heterocromatina identificada em região intersticial tem sido observada em algumas populações de *P. maculatus* (Tab. 1), assim como em outras espécies da família Pimelodidae, como em: *Pseudoplatystoma tigrinum* (Fenocchio e Bertollo, 1992), *Hemisorubim platyrhynchos* (Martins-Santos *et al.*, 1996), *Iheringichthys labrosus* (Vissotto *et al.*, 1999). Estes resultados indicam que heterocromatina em posição intersticial pode ser característica de algumas espécies do gênero *Pimelodus*, e de algumas populações de *P. maculatus*, podendo ser considerada um importante ferramenta para uma possível diferenciação entre populações deste gênero e/ou espécie, bem como para estudos de filogenia deste grupo.

Borin e Martins-Santos (2002) e Souza *et al.* (2004) propõem que a presença de heterocromatina intersticial poderia ser resultado de rearranjos cromossômicos, como inversão, envolvendo a região terminal com uma porção heterocromática, durante o processo de evolução cariotípica.

A análise das NORs em *Parapimelodus nigribarbis* e *Pimelodus maculatus*, indica um padrão semelhante das espécies da família Pimelodidae, como por exemplo em: *Pimelodus absconditus* (Borin e Martins-Santos, 2002), *Iheringichthys labrosus* (Carvalho, 2004), *Pimelodus fur* (Garcia e Moreira-Filho, 2005), entre outros; a grande maioria das populações de *Pimelodus maculatus* (Tab.1) possui NOR em cromossomos st, no braço longo, parecendo ser um caráter mais conservado na espécie.

Heterocromatina associada às NORs, como observado nas espécies estudadas aqui, também foi encontrada em varias espécies de pimelodídeos: *Iheringichthys labrosus* (Vissotto *et al.*, 1999) *Zungaro zungaro* (Swarça *et al.*, 2001b), entre outros.

A presença de heteromorfismo de tamanho das NORs evidenciada em *P. maculatus* do lago Guaíba, também já foi verificada em duas outras populações desta espécie, como por exemplo na do rio Paranapanema (Vissotto *et al.*, 1999) e do rio Paraguai (Souza *et al.*, 2004a), fato este que poderia caracterizar algumas populações de *P. maculatus*. Souza *et al.* (2004b) utilizando sonda de DNAr 18S, mostrou que esse heteromorfismo foi estrutural devida à variação de cístrons ribossômicos entre os homólogos, na população de *P. maculatus* do rio Paraguai.

Os dados obtidos com o fluorocromo CMA₃ indicam que, em ambas as espécies aqui analisadas, as NORs são ricas em pares GC, sendo este o padrão geral encontrado na família Pimelodidae (Swarça *et al.*, 2001b; Garcia e Moreira-Filho, 2005; Swarça *et al.*, 2005; entre outros). Relatos de outros sinais fluorescentes, além dos coincidentes com as NORs como observado em *Parapimelodus nigribarbis*, na região terminal de alguns cromossomos, também tem sido identificados dentro da família, como em *Pimelodus heraldoi* e *Pimelodus* sp. (Souza *et al.*, 2004a), *Pimelodus fur* (Garcia e Moreira-Filho, 2005).

Através da coloração com o fluorocromo DAPI, as duas espécies apresentaram apenas marcações pálidas, coincidentes com as regiões GC, sendo portanto, DAPI negativas. Em relação a este fluorocromo, os resultados são escassos na família, tendo relatos apenas para a espécie *Steindachneridion* sp., analisada por Swarça *et al.* (2003), sendo observados resultados similares aos apresentados aqui.

A associação de BC + CMA₃, revelou que a heterocromatina associada às NORs, nas duas espécies, é GC rica entretanto, em *P. nigribarbis*, foram observadas outras marcações, não encontradas em *P. maculatus*, indicando uma maior quantidade de bases GC na composição heterocromática da primeira espécie.

Os resultados de BC + DAPI permitiram a visualização de marcações fluorescentes em vários cromossomos de ambas as espécies, inclusive a porção intersticial do cromossomo 1 em *P. maculatus*, revelando que a composição da heterocromatina possui bases GC e, principalmente AT, existindo diferenças entre *Parapimelodus nigribarbis* e *Pimelodus maculatus*, pois a primeira possui mais regiões heterocromáticas ricas em GC do que a outra espécie, como citado acima. Segundo Swarça *et al.*, 2003, o pré tratamento com banda C pode relaxar o DNA e aumentar a acessibilidade dos fluorocromos, permitindo uma análise mais detalhada da composição da heterocromatina.

Na população de *P. maculatus* do rio Tibagi estudada por Souza *et al.* (2003), a heterocromatina em posição intersticial apresentou-se GC rica, assim como várias regiões teloméricas, indicando que esta população e a do lago Guaíba possuem diferenças em relação à composição de heterocromatina.

O gênero *Parapimelodus* era anteriormente representado por apenas uma espécie, *P. valenciennis*, sendo esta alocada dentro do gênero *Pimelodus*. Após várias revisões taxonômicas foram identificadas algumas características morfológicas que diferenciaram e separaram estes dois gêneros (Lucena *et al.*, 1992). Apesar das semelhanças morfológicas, os dados citogenéticos apresentados aqui mostram algumas similaridades cariotípicas entre os dois gêneros. Entretanto, *Parapimelodus nigribarbis* e *Pimelodus maculatus* do lago Guaíba, mostram características próprias em relação ao padrão de distribuição e da composição da heterocromatina, como evidenciado anteriormente.

Os resultados obtidos neste trabalho são de fundamental importância para estudos relacionados a filogenia de espécies pertencentes à família Pimelodidae, bem como contribuem para um maior entendimento do processo evolutivo deste grupo de peixes, uma vez que foram apresentados pela primeira vez dados citogenéticos de *Parapimelodus nigribarbis* e uma descrição mais detalhada de *Pimelodus maculatus* do lago Guaíba/RS.

Tabela 1 – Dados citogenéticos em diferentes populações de *Pimelodus maculatus*.

Espécies	Localidade	2n	Fórmula cariotípica	NF	NORs localização	Hc	Ref
<i>P. maculatus</i>	R. São Francisco, MG; R. Mogi-Guaçu, SP	56	40m/sm + 16st/a 40m,sm+16st,a	96	t, st par 23, bl	-	1
<i>P. maculatus</i>	R. Tibagi, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	t, st par 23, bl	t-c	2
<i>P. maculatus</i>	R. Sapucaí; Represa Furnas, MG	56	40m/sm+16st/a	96	t, st, bl	-	3
<i>P. maculatus</i>	R. Paranapanema; Represa Jurumirim, SP	56	20m+20sm+10st+6a	106	t, st, bl	t-c-i	4
<i>P. maculatus</i>	R. Paraná, Porto Rico/PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	t, st par 23, bl	t-c-i	5
<i>P. maculatus</i>	R. Congonhas, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	St, bl	t-c	6
<i>P. maculatus</i>	C. Três Bocas, PR	56	20m+20sm+10st+6a	106	t, st, bl	t-c	7
			44m/sm + 12st/a				
<i>P. maculatus</i>	R. Mogi, R. Pardo, R. Onça - SP	56	30m+14sm+12a	100	-	-	8
<i>P. maculatus</i>	R. São Francisco, MG	56	32m+12sm+12st	112	t, sm par 20, bl	t-c	9
<i>P. maculatus</i>	L. Guaíba, RS	56	24m+20sm+6st+6a	106	t, st par 24, bl	t-c-i	10
			30m/sm + 18st/a				
<i>P. maculatus</i>	Delta Paranaense, ARG.	56	24m+14sm+12st+6a	106*	t, m, bl	t-c	11
<i>P. maculatus</i>	R. Paraguai, MS	56	22m+16sm+10st+8a	100*	t, st par 23, bl	t-c-i	12
			30m/sm+28st/a				
<i>P. cf. maculatus</i>	R. Jari Almerim, PA	58	30m/sm+28st/a	88	sm e st	t-i	13
<i>P. maculatus</i>	L. Guaíba, RS	56	-	-	-	-	14
<i>P. maculatus</i>	R. Tejuco; R. Araguari, MG	56	-	-	-	-	15
<i>P. maculatus</i>	Represa de Nova Ponte, Bacia do Parnaíba, MG	56	-	-	t, st, bl	-	16

Legenda: 2n= número diplóide; NF= número fundamental; NORs= região organizadora de nucléolo; Hc= heterocromatina; Ref.= referências; R= Rio; L= lago; C= córrego; t= terminal; c= centromérica; i= intersticial bl= braço longo; bc= braço curto; m= cromossomo metacêntrico; sm= cromossomo submetacêntrico; st= cromossomo subtelocêntrico; a= cromossomo acrocêntrico; *= calculado no presente trabalho.

Referências:

- | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1- Dias e Foresti (1993); | 7- Mazzuchelli e Dias (2006); | 13- Souza <i>et al.</i> (2000); |
| 2- Swarça <i>et al.</i> (2001a); | 8- Toledo e Ferrari (1976); | 14- Costa e Reggi (1986); |
| 3- Marques <i>et al.</i> (1998); | 9- Garcia e Moreira-Filho (2005) | 15- Moreira <i>et al.</i> (2004); |
| 4- Vissoto <i>et al.</i> (1999); | 10- Presente estudo; | 16- Humanes <i>et al.</i> (2006); |
| 5- Borin e Martins-Santos (2002); | 11- Heras e Mendonza (2002); | |
| 6- Mazzuchelli <i>et al.</i> (2006); | 12- Souza <i>et al.</i> (2003); | |



Figura 1 – Exemplos de: *Parapimelodus nigribarbis* (a) e *Pimelodus maculatus* (b).

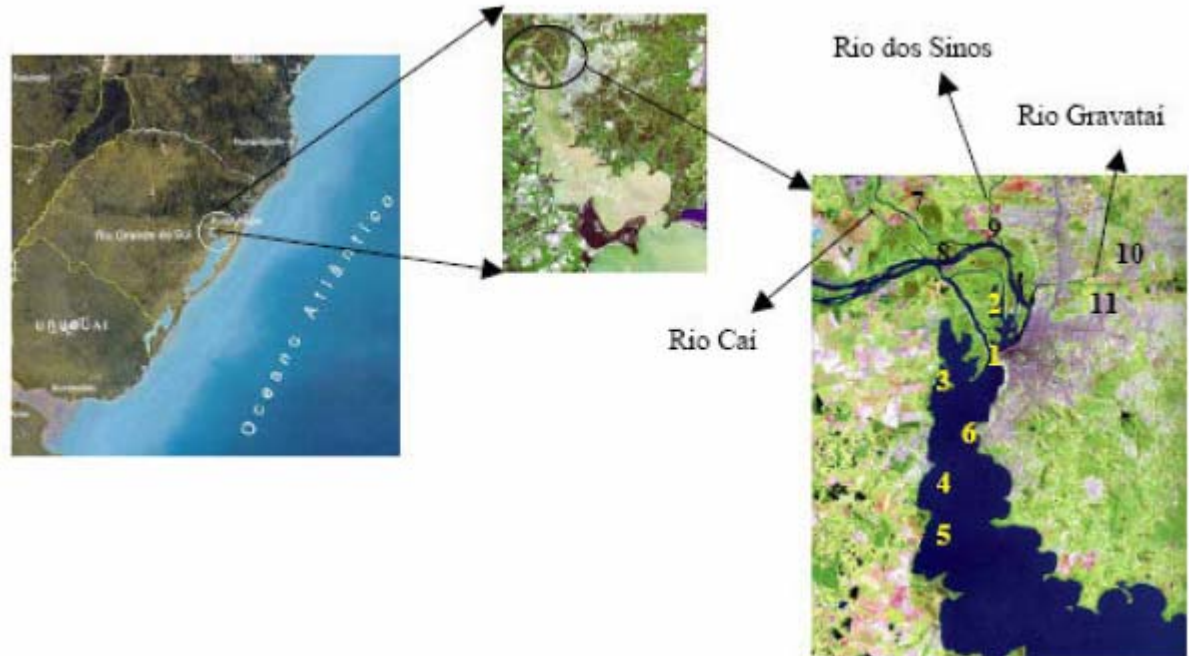


Figura 2 – Mapa do lago Guaíba - Pontos de coleta: Saco da Alemoa (2); Foz do Arroio do Celupa (3); Praia da Alegria (4).

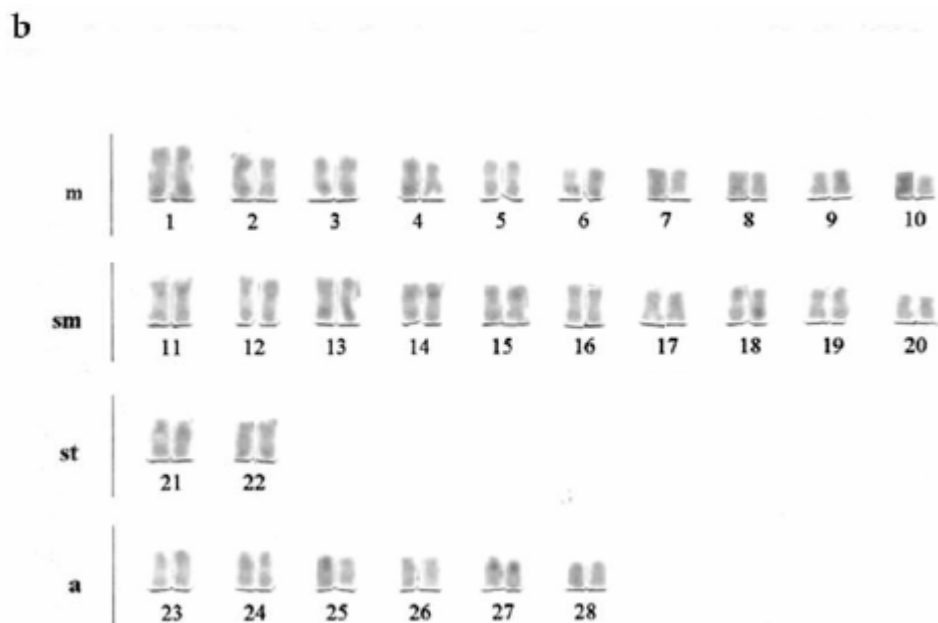
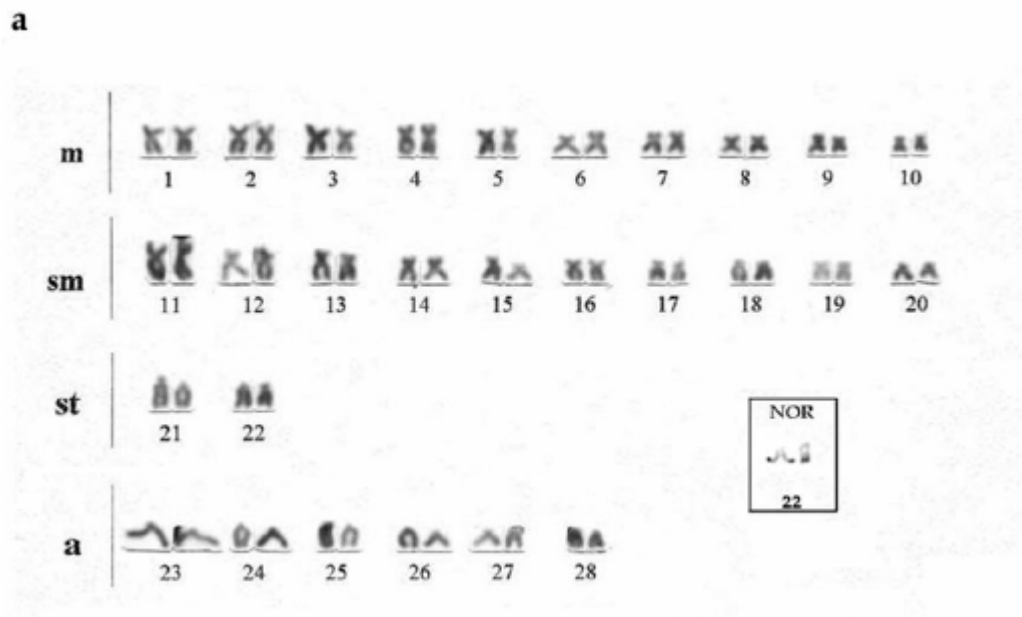


Figura 3 – Cariótipo de *Parapimelodus nigribarbis*. a) Giemsa e b) banda-C. O box mostra o par cromossômico portador das NORs.

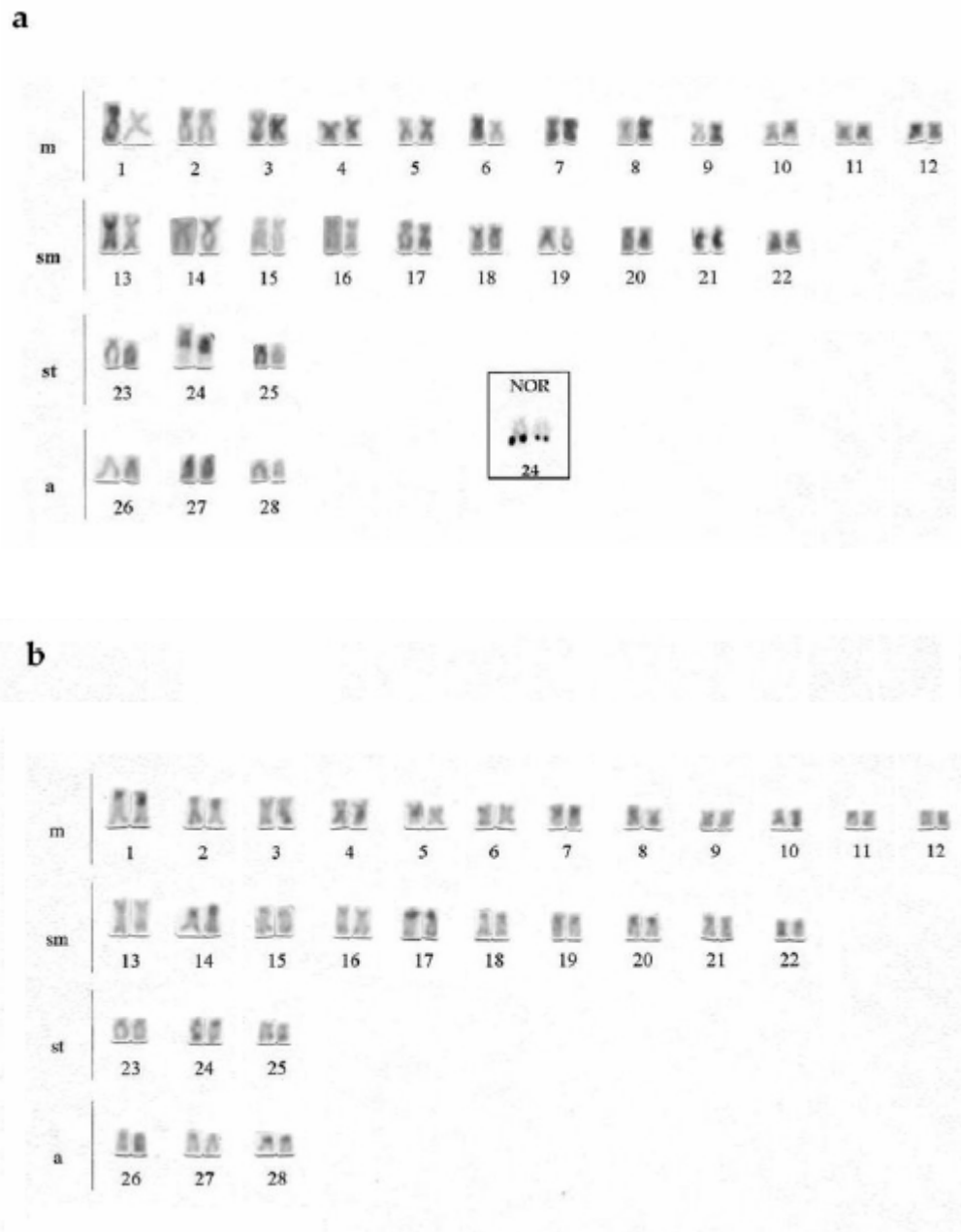


Figura 4 – Cariótipo de *Pimelodus maculatus*. a) Giemsa e b) banda-C. O box mostra o par cromossômico portador das NORs.

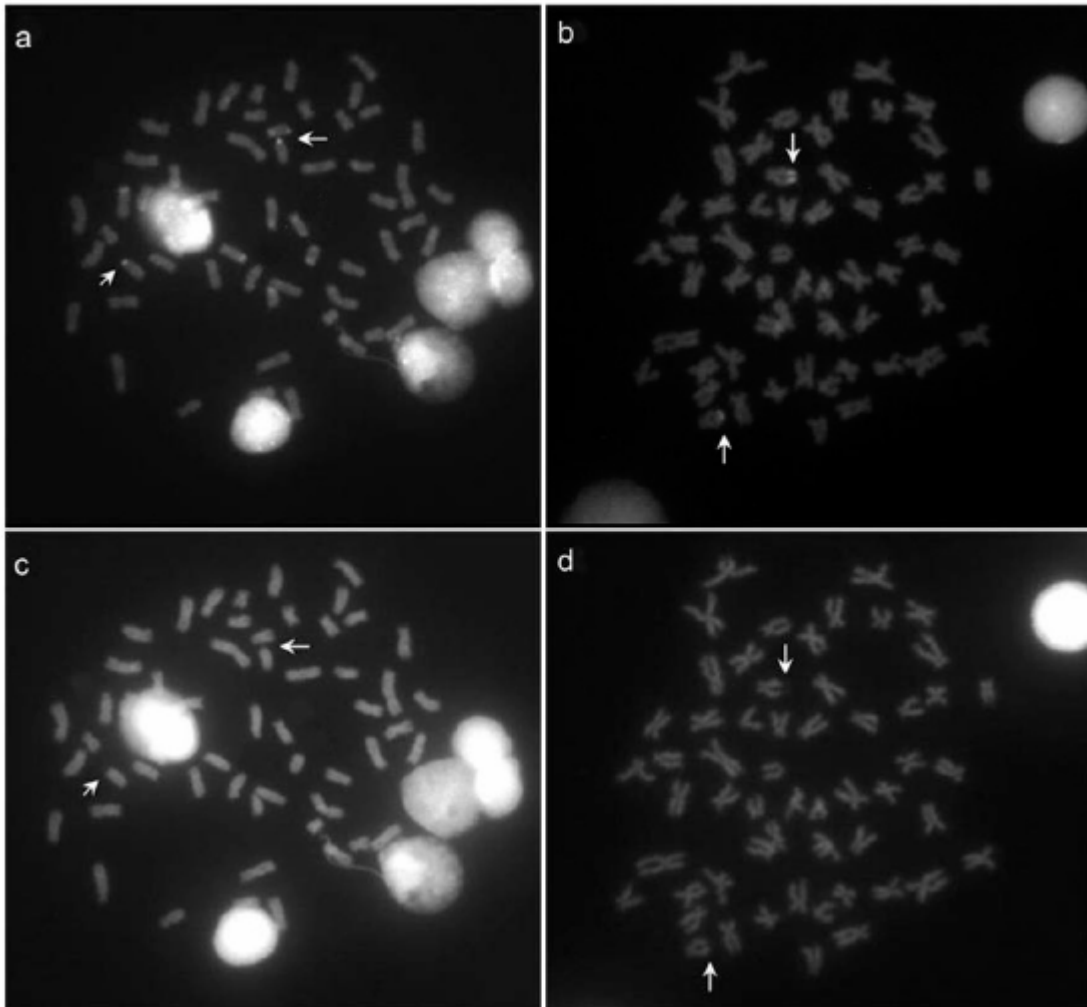


Figura 5 – Metáfases de *Parapimelodus nigribarbis*: (a) CMA₃ e (c) DAPI; e *Pimelodus maculatus*: (b) CMA₃ e (d) DAPI; as setas indicam os cromossomos portadores das NORs.

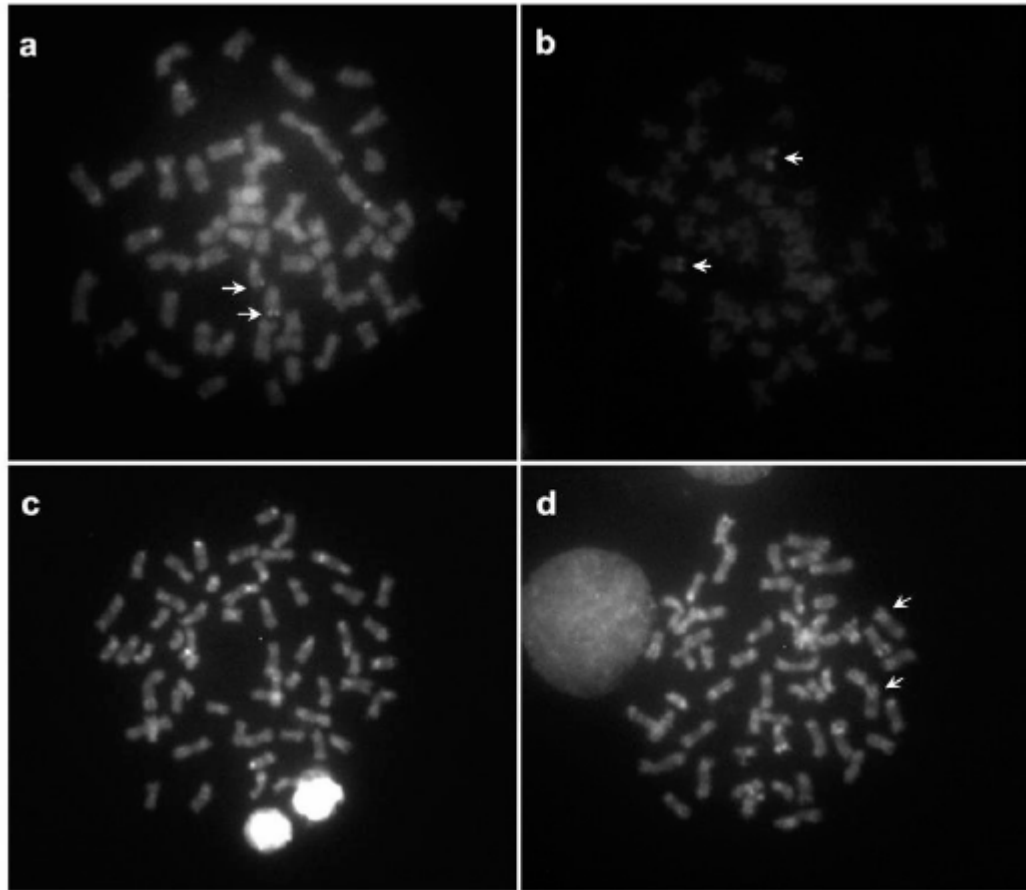


Figura 6 – Metáfases de *Parapimelodus nigribarbis* (a) BC+CMA₃ e (c) BC+DAPI; e *Pimelodus maculatus* (b) BC+CMA₃ e (d) BC+DAPI; as setas indicam em (d) o cromossomo portador da heterocromatina intersticial.

Literatura citada

- Bertollo, L. A. C., C. S. Takahashi & O. Moreira-Filho. 1978. Cytotaxonomic considerations on *Hoplias lacerdae* (Pisces, Erythrinidae). Brazilian Journal of Genetics, 1(2): 103-120.
- Borin, L. A. & I. C. Martins-Santos. 2002. Cytogenetic aspects in species of the genus *Pimelodus* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae) of the river Paraná Basin. Cytologia 67: 199-204.
- Borin, L. A. & I. C. Martins-Santos. 2004. Study on karyotype and occurrence of B chromosomes in two endemic species of the genus *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the river Iguaçu. Hereditas, 140: 201-209.
- Carvalho, R. A., L. Giuliano-Caetano & A. L. Dias. 2004. Cytogenetic Analysis of A-and B-Chromosomes of *Iheringichthys labrosus* (Pisces, Pimelodidae) from the Tibagi River, Paraná, Brazil. Cytologia 69(4): 381-385.
- Costa, L. J. & R. Reggi. 1986. Estudos preliminares de duas espécies da família Pimelodidae: *Pimelodus maculatus* e *Parapimelodus valenciennes* do rio Guaíba, RS. In: Proceedings of I Simpósio de Citogenética Evolutiva Aplicada em Peixes Neotropicais, São Carlos, SP. p. 34.
- Della-Rosa, V. A., L. A C. Bertollo, I. Ferrari, C. S. Takahashi, O. Moreira-Filho & F. Foresti. 1980. Estudos citogenéticos de peixes da Amazônia. II. Ordem Siluriformes. Ciência e Cultura, 32: 735.
- Dias, A. L. & F. Foresti. 1993. Cytogenetic studies on fishes of the family Pimelodidae (Siluroidei). Revista Brasileira de Genética, 16(3): 585-600.
- Faria A. A., J. G. Brito & P. C. Venere. 2000. Citogenética de Pimelodidae: Caracterização cromossômica de *Pimelodus blochii*, *Pimelodella cristata* e *Hemisorubim platyrhynchos*

(Siluriformes) do médio Araguaia. In: Proceedings of VIII Simpósio de Citogenética e Genética de Peixes, Manaus, AM. p 92.

Fenocchio, A. S. & L. A. C. Bertollo. 1992. Karyotype similarities among Pimelodidae (Pisces, Siluriformes) from the Brazilian Amazon region. *Cytobios* 69: p.41- 46.

Garcia, C. & O. Moreira-Filho. 2005. Cytogenetical analyses in three fish species of the genus *Pimelodus* (Siluriformes: Pimelodidae) from Rio São Francisco: Considerations about the karyotypical evolution in the genus. *Neotropical Ichthyology* 3(2): 285-289.

Gil, H. R., E. Feldberg, V. M. F. Almeida-Val, & A L . Val. 1998. Kariological, biochemical, and physiological aspects of *Callophysus macropterus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the Solimões and Negro Rivers (Central Amazon). *Brazil. J. Mad. Biol. Res.* 31(11): 1449-1458.

Heras, M. P. & N. R. Mendoza. 2002. Análisis cariotípico de *Pimelodus maculatus* (LACÉPÈDE, 1803) (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae) provenientes del delta Paranaense. In: Proceedings of XXXI Congreso Argentino de Genética, La Plata, Argentina. p. 95.

Howell, W. M. & D. A. Black. 1980. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. *Experientia*, 36: 1014-1015.

Humanes, A. C., R. G. Moreira & S. Morelli, S. 2006. Caracterização cariotípica e análise das NORs da população de *Pimelodus maculatus* da represa de Nova Ponte (BACIA DO RIO PARANAÍBA, MG). In: Proceedings of XI Symposium of Fish Cytogenetics and Genetics, I International Congress of Fish Genetics, São Carlos SP. p.8.

Levan, A.; K. Fredga & A. A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52: 201-220.

- Lopes, F. F. 2006. Monitoramento ambiental da bacia hidrográfica do lago Guaíba-RS - Brasil, através da utilização de diferentes metodologias aplicadas a taxocenoses de peixes. Tese, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 228p.
- Lucena, C. A. S.; L. R. Malabarba, & R. E. Reis. 1992. Resurrection of the Neotropical Pimelodid Catfish *Parapimelodus nigribarbis* (Boulenger), with a Phylogenetic Diagnosis of the Genus *Parapimelodus* (Teleostei: Siluriformes). *Copeia* 1: p. 138-146.
- Lundberg, G. J. & M. W. Littmann. 2003. Family Pimelodidae. Pp.432-443. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS.
- Margarido, V. P. & P. M. Galetti Jr. 1999. Heterochromatin patterns and karyotype relationships within and between the genera *Brycon* and *Salminus* (PISCES, CHARACIDAE). *Genet. Mol. Biol.* 22: p.357-362.
- Marques, S., E. L. Maistro, C. Oliveira & F. Foresti. 1998. Estudos cariotípicos na espécie *Pimelodus maculatus* (Pisces, Pimelodidae) coletada no rio Sapucaí, represa de Furnas, MG. In: Proceedings of 44° Congresso Brasileiro de Genética, Águas de Lindóia SP. p. 59.
- Martins-Santos, I. C., H. F. Julio Jr & L. Borin. 1996. Karyotypic studies of four species of the Sorubiminae subfamily (Pisces, Siluriformes). *Caryologia* 49(1):p.73-80.
- Mazzuchelli, J. & A. L. Dias. 2006. Contribuição aos estudos cromossômicos de *Pimelodus maculatus* (Pisces, Pimelodidae) coletados no Ribeirão Congonhas, Paraná. XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia, Londrina PR. CD-Room.
- Mazzuchelli, J., A. L. Dias, A. S. Fenocchio & A. C. Swarça. 2006. Caracterização cromossômica de *Pimelodus maculatus* (Pisces, Pimelodidae). XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia, Londrina PR. CD-Room.

- Moreira, R. G., L. Morelli-Shimizu & S. Morelli. 2004. Aspectos citogenéticos de duas populações do mandi amarelo *Pimelodus maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae). In: Proceedings of X Simpósio de Citogenética e Genética de Peixes, Natal, RN. p. 145.
- Oliveira, C. & A. E. Gosztanyi. 2000. A cytogenetic study of *Diplomystes mesembrinus* (Teleostei, Siluriformes, Diplomystidae) with a discussion of chromosome evolution in siluriforms. *Caryologia* 53(1): p.31-37.
- Sanchez, S. 2006. Estudios Citogeneticos en Peces de la Familia Pimelodidae (Pisces, Siluriformes) DE LA Cuenca del Rio Paraná, Argentina. PhD Thesis Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Schweizer, D. 1980. Simultaneous fluorescent staining of R-bands and specific heterochromatic regions (DA-DAPI bandas) in human chromosomes. *Cytogenet. Cell. Genet.* 27: 190-193.
- Souza, A. C. P., C. Y. Nagamachi, J. D. Rissimo, R. C. Jaime, R. M. Barros & J. C. Pieczarka. 2000. Descrição cariotípica de *Pimelodus cf. maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae). VIII Simpósio de Citogenética e Genética de Peixes. Manaus, AM. p. 90.
- Souza, L., L. Giuliano-Caetano & A. L. Dias. 2003. Karyotypic Study of three species of *Pimelodus* (Pisces, Pimelodidae) from the Paraguai River Basin. *Cytologia* 68(4):p.345-350.
- Souza, L., L. Giuliano-Caetano & A. L. Dias. 2004a. Banding chromosome pattern of two species of *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the Paraná river basin of Brazil. *Krakow*, 52: p.165-169.
- Souza, L., A. C. Swarça & A. L. Dias. 2004b. Analysis of the nucleolus organizer regions in 5 species of the genus *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae), using AgNO₃, CMA₃, and FISH with the 18S rDNA probe. *Caryologia*, 57: p.145-151.

- Sumner, A. T. , 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Experimental Cell Research*, 75: p.304-306.
- Swarça, A. C.; L. Giuliano-Caetano & A. L. Dias., 1999. Cytogenetic characterization through chromosomal banding of *Pirirampus pirinampu* (Pisces, Pimelodidae) from the Tibagi river basin PR/Brazil. *Caryologia*, 52(1-2): p.31- 35.
- Swarça, A. C.; L. Giuliano-Caetano & A. L. Dias. 2001a. Analyses of nucleolus organizer regions and heterochromatin of *Pimelodus maculatus* (Pisces: Pimelodidae). *Genética*, 110: p.97-100.
- Swarça, A. C., M. M. Cestari, L. Giuliano-Caetano & A. L. Dias. 2001b. Cytogenetic characterization of the large south American Siluriform fish species *Zungaro zungaro* (Pisces, Pimelodidae). *Chrom. Science* 5: p.51-55.
- Swarça, A. C., A. S. Fenocchio, M. M. Cestari & A. L. Dias. 2003. Analysis of heterochromatin by combination of C-banding and CMA₃ and DAPI staining in two fish species (PIMELODIDAE, SILURIFORMES). *Genética* 119: p.87-92.
- Swarça, A. C., A. S. Fenocchio, M. M. Cestari & A. L. Dias. 2005b. Karyotype divergence among populations of giant catfish *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae) indicates higher species diversity. *Ichthol Expl Freshwaters* 16(4): p.325-330.
- Toledo, V. & I. Ferrari. 1976. Estudo citogenético de três espécies do gênero *Pimelodus* (PIMELODIDAE, PISCES). *Científica*, 4 (2): p.101-106.
- Vissotto, P. C., F. Foresti & C. Oliveira. 1999. Karyotype description of five species of Pimelodidae (Teleostei, Siluriformes). *Chromosome Science*, 3: p.1-7.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. As quatro espécies estudadas apresentaram um número diplóide de $2n= 56$ cromossomos, com formulas cariotípicas e número fundamental, diferenciados. Em *Pimelodus paranaensis* observou-se uma formula cariotípica de $22m + 22sm + 4st + 8a$ e $NF=104$; *P. heraldoi* $18m + 24sm + 6st + 8a$ e $NF= 104$; *P. maculatus* $24m + 20sm + 6st + 6a$ e $NF=106$ e *Parapimelodus nigribarbis* $20m + 20sm + 4st + 12a$ com $NF=100$;
2. Nenhum mecanismo cromossômico sexual foi identificado nas espécies estudadas;
3. As NORs foram observadas em região terminal de apenas um par de cromossomos subteloentrico, caracterizando NORs simples, sendo visualizado em *P. heraldoi* e *P. maculatus* um heteromorfismo de tamanho entre estas regiões;
4. Através da técnica de banda C foi identificada heterocromatina distribuída em regiões centroméricas e, principalmente terminais, nas 4 espécies, sendo que em *P. maculatus* foi observado um menor número de regiões heterocromáticas e a presença de heterocromatina em posição intersticial no par 1;
5. O fluorocromo CMA3 evidenciou regiões GC ricas correspondentes ao par da NOR e em outros cromossomos, em *Pimelodus paranaensis*, *P. heraldoi* e *Parapimelodus nigribarbis*. Em *P. maculatus* apenas as NORs apresentaram-se CMA₃+;
6. O fluorocromo DAPI não evidenciou nenhuma marcação fluorescente em todas as espécies, mostrando apenas regiões negativas coincidentes com as regiões CMA₃+;
7. Através da associação de BC + CMA₃, foram evidenciados resultados semelhantes ao tratamento simples com CMA3, nas quatro espécies estudadas, mostrando que *P. maculatus* possui a menor quantidade de heterocromatina rica em GC.

8. Através da associação de BC + DAPI, foram observadas em todas as espécies estudadas várias regiões heterocromáticas AT ricas, inclusive a heterocromatina intersticial presente em *P. maculatus*. Este fato indica que a composição da heterocromatina em todas as espécies é, principalmente, rica em AT.
9. Os dados apresentados contribuem com mais informações citogenéticas na família Pimelodidae apresentando a primeira descrição das espécies *Pimelodus paranaensis* e *Parapimelodus nigribarbis*, mostrando uma conservação nesta família em relação ao número diplóide e ao número de sítios ribossômicos, mas uma grande variação nas fórmulas cariotípicas e na composição e distribuição da heterocromatina, indicando que rearranjos cromossômicos podem estar envolvidos no processo de evolução cariotípica deste grupo de peixes.