



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



FERNANDA DE OLIVEIRA ALVES

A CITOGENÉTICA DE PEIXES DO GÊNERO *Astyanax* – UMA REVISÃO

PARNAÍBA - PI

2019

FERNANDA DE OLIVEIRA ALVES

A CITOGENÉTICA DE PEIXES DO GÊNERO *Astyanax* – UMA REVISÃO

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alessandra Ribeiro Torres

PARNAÍBA – PI

2019

A474c Alves, Fernanda de Oliveira.

A citogenética de peixes do gênero *Astyanax* – uma revisão /
Fernanda de Oliveira Alves. - 2019.

32f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade Estadual do Piauí -
UESPI, Curso Licenciatura Plena em Ciências Biológicas,
Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba-PI, 2019.
“Orientador(a): Prof. Dra. Alessandra Ribeiro Torres.”

1. Nor. 2. Fish. 3. Banda C.

I. Título.

CDD: 570

FERNANDA DE OLIVEIRA ALVES

A CITOGENÉTICA DE PEIXES DO GÊNERO *Astyanax* – UMA REVISÃO

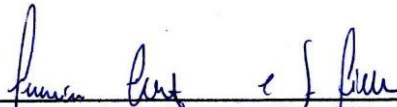
Monografia apresentada à Universidade Estadual do Piauí, campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Alessandra Ribeiro Torres

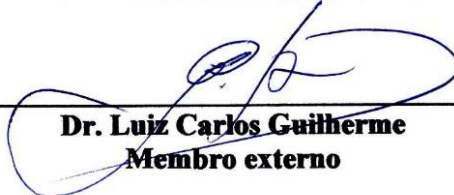
Aprovação em: 19 / 08 / 2019
Banca Examinadora



Prof.^a Dr.^a Alessandra Ribeiro Torres
Presidente



Dr. Francisco Artur e Silva Filho
Membro interno



Dr. Luiz Carlos Guithierme
Membro externo

Dedico este trabalho à minha avó Noêmia Custódio de Oliveira (in memoriam), à minha família que é meu grande exemplo de caráter e dignidade, aos meus amigos e à minha professora orientadora Dr^a. Alessandra Torres que teve fundamental importância nesse TCC.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado e me dado forças para seguir essa jornada, por ser meu maior e melhor companheiro. Agora mais que nunca entendo que tudo é no Seu tempo e não no meu. Obrigada Pai, por sempre fazer coisas incríveis por mim, pois sem sua infinita sabedoria jamais teria conseguido.

Agradeço às minhas avós Noêmia Oliveira (*in memoriam*), pela preocupação todas as vezes que eu ia para faculdade passava do horário de chegar em casa, te peço perdão minha rainha por não ter aproveitado mais tempo ao seu lado, e à queridíssima Maria Ely que mesmo distante me conforta nos momentos difíceis e torce pelas minhas conquistas,

Com todo meu amor agradeço à minha mãe, Maria Lucila de Oliveira que faz o possível e o impossível para que eu consiga realizar meus sonhos, eu amo você minha princesa, ao meu pai José Celiano Alves e aos meus irmãos Jefferson Alves e Gabriela Alves, minhas paixões.

Às minhas primas que as chamo carinhosamente de tia, a tia Pretinha que foi a primeira pessoa a qual me incentivou a estudar me levando aos dois aninhos de idade para as suas aulas, e a tia Verinha que eu sei que posso contar com ela sempre que eu precisar.

Às minhas primas de sangue e coração, Mikarely, Dávila e Nara, minhas mocinhas, hoje em dia me chamam de tia.

Aos meus Pedros, José Pedro e Pedro Ícaro, meus afilhados que eu amo incondicionalmente, meus presentinhos de Deus.

Aos amigos que marcaram minha infância e adolescência, Juciara, Moisés, Beatriz, Josete, Jéssica, Itamara; aos que foram chegando e decidiram ficar, Edilene, Maria e Willian; à minha melhor amiga desde os tempos de escola, Francicarla; à Alice e Andréa, amigas que a universidade me deu e foram de suma importância durante essa loucura que chamam faculdade. Obrigada a todos pelo companheirismo, pela torcida, pela força!

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Alessandra Ribeiro Torres que aceitou me orientar quando eu estava decida a não mais prosseguir na vida acadêmica e me ajudou pacientemente dando valiosas indicações que contribuíram e fizeram toda a diferença na conclusão do presente trabalho.

Ao corpo docente, formado por professores altamente qualificados e que sentem o prazer na arte de ensinar e aos membros da banca examinadora, pelo interesse e disponibilidade.

Muito obrigada!

“A educação avança através da seleção, e a seleção baseia-se na existência de diferenças individuais e geneticamente determinadas.”

(Hans Jürgen Eysenck).

RESUMO

Em número de espécies, a ordem Characiformes é uma das mais ricas com ocorrência na África, no Nordeste dos Estados Unidos, México, América Central e do Sul. É a ordem com a maior quantidade de peixes de água doce conhecidos na região Neotropical, sendo a família Characidae a maior e a mais complexa desta ordem. O gênero *Astyanax* (Baird & Girard) é um dos grupos mais ricos em espécies presentes na ictiofauna neotropical e entre os peixes caracídeos (Teleostei: Characiformes) destacam-se como um dos mais representativos apresentando 154 espécies válidas. Os peixes desse gênero possuem pequeno porte, medindo até 200 mm, são popularmente conhecidos como lambaris ou piabas; habitam diferentes ambientes, desde riachos, rios, lagos e lagoas. Estudos citogenéticos/evolutivos têm uma atenção peculiar em *Astyanax*, possivelmente contribuindo para o esclarecimento das interrelações entre suas espécies, visto que, ainda exista escassez de informações citogenéticas básicas em grande parte dessas espécies, o que faz reforçar a necessidade desses estudos no grupo. O número diplóide em *Astyanax* varia de 36 a 50 cromossomos, essa variabilidade cariotípica do gênero atrapalha quaisquer desfechos sobre a evolução cromossômica do grupo. O presente estudo teve como objetivo atualizar as informações sobre os cariótipos de peixes do gênero *Astyanax*, apresentando os números cromossômicos de 15 espécies, dando ênfase às fórmulas cromossômicas, Regiões Organizadoras de Nucléolos (NORs), regiões de heterocromatina constitutiva (Banda C), hibridação *in situ* fluorescente (FISH) com sonda 5S e 18S e local de origem das espécies para estabelecer relações entre as espécies. A pesquisa bibliográfica foi realizada buscando artigos nas fontes de pesquisas de trabalhos acadêmicos do Google Acadêmico, SCielo, PubMed, Caryologia, Springer. Assim, as características comuns às espécies de peixes do gênero *Astyanax* relacionadas aqui, são: número diploide igual a 50 cromossomos, fórmula cromossômica com 4 tipos de cromossomos (meta, submetá, subtelo e acrocêntricos), DNAr 18S terminal, 5S intersticial e heterocromatina constitutiva localizada preferencialmente em regiões teloméricas, NORs simples em 50% das espécies.

Palavras-chaves: NOR, FISH, Banda C

ABSTRACT

In number of species, the order Characiformes is one of the richest in Africa, United States Northeast, Mexico, Central and South America. It is the order with the largest amount of freshwater fish known in the Neotropical region. The largest and most complex Characidae family of this order. The genus *Astyanax* (Baird & Girard) is one of the richest species groups present in the neotropical ichthyofauna and among the characid fish (Teleostei: Characiformes) stand out as one of the most representative presenting 154 valid species. Fish of this genus are small, measuring up to 200 mm, are popularly known as lambaris or piabas. They inhabit different environments, from streams, rivers, lakes and lagoons. Cytogenetic / evolutionary studies have a peculiar attention in *Astyanax*, possibly contributing to the clarification of interrelationships among their species. Since there is still a lack of basic cytogenetic information in most of these species, which reinforces the need for such studies in the group. The diploid number in *Astyanax* ranges from 36 to 50 chromosomes, this karyotypic variability of the genus disrupts any outcomes on the group's chromosomal evolution. The present study aimed to update the information on *Astyanax* fish karyotypes, presenting chromosomal numbers of 15 species, emphasizing chromosomal formulas, Nucleolus Organizing Regions (NORs), constitutive heterochromatin regions (Band C), hybridization. fluorescence in situ (FISH) with 5S and 18S probe and species origin site to establish species relationships. The bibliographic search was performed searching articles in the academic research sources of Google Scholar, SCielo, PubMed, Caryologia, Springer. According to this review, the common characteristics of *Astyanax* fish species are: diploid number equal to 50 chromosomes, chromosome formula with 4 types of chromosomes (meta, submet, subtele and acrocentric), terminal 18S rDNA, interstitial 5S and constitutive heterochromatin commonly located in telomeric regions. Regarding the NORs, both Silver nitrate and 18S probe FISH staining confirmed the presence of 50% of the species with simple NOR in this work.

Keywords: NOR, FISH, C band

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS	15
5. DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

Em número de espécies, a ordem Characiformes é uma das mais ricas (CORRÊA *et al.*, 2014) com ocorrência na África, no Nordeste dos Estados Unidos, México, América Central e do Sul, contendo cerca de 24 famílias, 520 gêneros e aproximadamente 2300 espécies (NELSON *et al.*, 2016). É a ordem com a maior quantidade de peixes de água doce conhecidos na região Neotropical, sendo a família Characidae a maior e a mais complexa desta ordem (TENÓRIO *et al.*, 2013), abrangendo 144 gêneros e em média 1085 espécies (ADAMOV *et al.*, 2016).

O gênero *Astyanax* (Baird & Girard) é um dos grupos mais ricos em espécies presentes na ictiofauna neotropical (SILVA *et al.*, 2017) e entre os peixes caracídeos (Teleostei: Characiformes) destacam-se como um dos mais representativos (SCHMITTER-SOTO, 2017) apresentando 154 espécies válidas (CUNHA, REIS; DERGAM, 2015). Os peixes desse gênero possuem pequeno porte, medindo até 200 mm (GARUTTI, 1999), são popularmente conhecidos como lambaris ou piabas; habitam diferentes ambientes, desde riachos, rios, lagos e lagoas, aparentemente sendo esse um dos aspectos comportamentais de maior importância ainda ativos no estabelecimento das características dos complexos dessas espécies (TENÓRIO *et al.*, 2013). As espécies desse gênero ingerem principalmente, insetos, plantas e algas (ARCIFA; NORTHCOTE; FROEHLICH, 1991), possuem grande importância ecológicas por manterem as relações tróficas nas comunidades (ALMEIDA *et al.*, 1997; LOUREIRO-CRIPPA & HAHN, 2006, *apud* WOLFF *et al.*, 2009). Apesar do pequeno tamanho, são degustados como petiscos e também utilizados como iscas vivas (VALLADÃO; GALLANI; PILARSKI, 2016) (FIGURA 1).

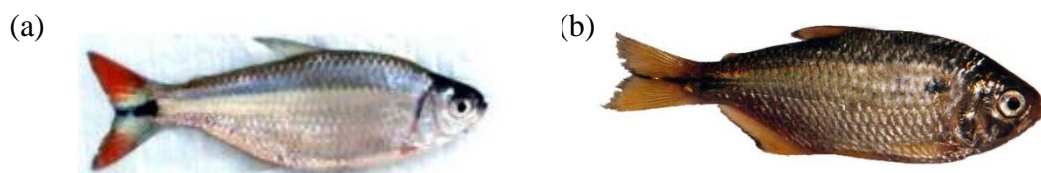


FIGURA 1: (a) Exemplar de *Astyanax fasciatus*, Fonte: SANTOS, 2010. (b) *A. altiparanae* Fonte (Torres, 2001).

A diversidade ictiológica inclusa na região neotropical é um dos principais motivos que atraem a atenção de pesquisadores brasileiros, aumentando assim, a investigação sobre a citogenética de peixes neotropicais (BERTOLLO *et al.*, 2017). Estudos

citogenéticos/evolutivos têm uma atenção especial em *Astyanax*, contribuindo para o esclarecimento das interrelações entre suas espécies (VICARI *et al.*, 2008). Informações citogenéticas básicas ainda são escassas em grande parte delas, o que faz reforçar a necessidade dessas pesquisas no grupo, já que uma boa parte das particularidades cariotípicas é geralmente desprezada devido à falta de investigação das espécies e populações (DANIEL *et al.*, 2015).

O número diplóide em *Astyanax* varia de 36 a 50 cromossomos. Essa variabilidade cariotípica do gênero atrapalha quaisquer desfechos sobre a evolução cromossômica do grupo (KAVALCO; ALMEIDA-TOLEDO, 2007). Essa diversidade, em conjunto com a ampla distribuição geográfica do gênero, dificulta a determinação de relações filogenéticas (SILVA *et al.*, 2016). A intensa flexibilidade cariotípica e a própria diversidade do gênero ainda são questões pendentes (SANTOS *et al.*, 2016). Esse grupo é considerado como *incertae sedis*, pois ainda não há exatidão de que são monofiléticos (NELSON *et al.*, 2016).

As informações citogenéticas que auxiliam na solução desses problemas, são o número de cromossomos, a composição do cariótipo, a localização das Regiões Organizadoras de Nucléolo (NORs) impregnadas por nitrato de Prata e hibridadas com sondas 5S e 18S e a localização das regiões de heterocromatina.

Assim, o presente estudo revisou as informações de estudos anteriores, sobre os cariótipos de peixes do gênero *Astyanax*, apresentando os números cromossômicos de várias espécies, dando ênfase nessas características, além do local de origem das espécies para estabelecer relações entre as elas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Estudar a variabilidade interespecífica e intra-específica no gênero *Astyanax*, por meio de revisão bibliográfica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reunir informações sobre a citogenética de peixes do gênero *Astyanax*, obtidas por meio de pesquisas anteriores;
- Relacionar os dados citogenéticos de 15 espécies, dando ênfase ao número cromossômico, fórmulas cariotípicas, Regiões Organizadoras de Nucléolos (NORs), regiões de heterocromatina constitutiva (Banda C), hibridação *in situ* fluorescente (FISH) com sonda 5S e 18S e local de origem das espécies.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa é uma revisão bibliográfica do tipo sistemática na qual se baseia a partir de fontes de dados sobre um determinado tema. A partir deste tema foi realizada a busca de artigos nas fontes de pesquisas de trabalhos acadêmicos do Google Acadêmico, SCielo, PubMed, Caryologia, Springer. Palavras chaves tais como: *Astyanax*, cytogenetics. cytogenetics of *Astyanax*, fish cytogenetics, *Astyanax* karyotypes, etc.; foram utilizadas para facilitar a busca. Foram incluídos artigos em inglês e português, originais e indexados, publicados entre os anos de 2009 e 2018. Os artigos foram agrupados por espécies e as informações foram organizadas em uma tabela contendo as seguintes informações: nome da espécie, número cromossômico diplóide ($2n$), estrutura cariotípica (cariótipo), número e localização das Regiões Organizadoras de Nucléolo (NORs), localização da heterocromatina constitutiva (Banda C), hibridação *in situ* fluorescente (FISH) com sonda 5S e 18S, localidade onde ela foi coletada e a referência bibliográfica.

4. RESULTADOS

Tabela 1: Revisão dos cariótipos de *Astyanax* (Incluindo os dados deste trabalho)

	Espécie	2n	Cariótipo	NOR	Banda C	Cromossomos portadores de sítios		Localidade	Ref.
						5S	18S		
1	<i>A. abramis</i>	50	4m + 30sm + 8st + 8a	S	C, P e T	Par 7sm. par 20st; C	par 22a; T	Rio Médio Paraná, Parque Nacional do Iguaçu / PR	12
2	<i>A. abramis</i>	50	4m + 30sm + 8st + 8a	S	C, I e T	Par 7sm, par 20st; C	Par 22a; T	Rio Iguaçu, a jusante das Cataratas do Iguaçu – Maringá / PR	5
3	<i>A. aff paranae</i>	48	14m + 18sm + 6st + 10a	S	C e T		1 par sm; P	Córrego Andirá- Bacia do Rio Paraná, região de Maringá / PR	11
4	<i>A. aff paranae</i>	50	8m + 22sm + 6st + 14a	S	C e T		1 par sm; P	Córrego Andirá – Bacia do Rio Paraná,	11

								região de Maringá / PR	
5	<i>A. aff paranae</i>	50	8m + 22sm + 6st + 14a	S	C e T		1 par sm; P	Córrego Itiz, bacia do Rio Paraná, Maringá – PR	11
6	<i>A. aff. bimaculatus</i>	50	10m + 24sm + 8st + 8a	M	P e I		2 pares sm; T	Lagoa de Bateias – Bacia do Rio Pardo, região de Vitória da Conquista / BA:	11
7	<i>A. aff. bimaculatus</i>	50	4m + 14sm + 24st + 8a	S			par 14 st; T	Córrego 2 de Agosto, bacia do Rio Tocantins – Araguaia - MT	15
8	<i>A. aff. bimaculatus</i>	50	8m + 24sm + 12st + 6a	S	P	2 m – sm; I	3; T	Rio Ribeiras do Iguapé, Sete Barras – SP	7
9	<i>A. aff. bimaculatus</i>	50	8m + 24sm + 12st + 6a	S	P	2 m – sm; I	2; T	Rio Guapimirim, Cachoeiras de Macacu – RJ	7
10	<i>A. altiparanae</i>	50	6m + 28sm + 4st + 12a	S	C e I	par 2m; C	par 20a; T	Rio Paraná, bacia do alto Rio Paraná –	5

								Maringá / PR	
11	<i>A. altiparanae</i>	50	9m + 18sm + 20st + 6a	M	T, P e I		par 14 st T	Ribeirão Monjolinho, bacia do Rio Alto Paraná – SP	15
12	<i>A. altiparanae</i>	50	6m + 24sm + 10st + 10a	S	T e C			Córrego Água Boa, Rio Iguatemi – MT	3
13	<i>A. altiparanae</i>	50	6m + 24sm + 8st + 12a	S	T e C			Córrego Santa Maria, Rio Iguatemi – MT	3
14	<i>A. altiparanae</i>	50	8m + 20 sm + 10st + 12 ^a	S	T e I	2 pares sm I	3 T	Rio Tietê, Salesópolis– SP	7
15	<i>A. altiparanae</i>	50	8m + 22sm + 14st + 6a	S	T e I	2 pares sm I	4 T	Rio Paranapanema Pilar do Sul - SP	7
16	<i>A. altiparanae</i>	50	6m + 28sm + 4st + 12a	S	P, C e T	1 par sm I	1 par T	Córrego Pântano; bacia do Rio Tietê – SP	10
17	<i>A. altiparanae</i>	50	6m + 30sm + 8st + 6 ^a	M	P, C e T	1 par sm I	2; T	Córrego Feijão. Bacia do Rio Mongiguaçu – SP	10
18	<i>A. altiparanae</i>	50	6m + 28sm + 8st + 8 ^a	M	P, C e T	1 par sm I	3; T	Rio Jordão; bacia do	10

								rio Iguaçu – PR	
19	<i>A. argyrimarginatus</i>	50	6m + 16sm + 20st + 8a	S	T, P e I		par 13 st T	Córrego Jaraguá, bacia do Rio Tocantins – Araguaia – MT	15
20	<i>A. asuncionensis</i>	50	8m + 30sm + 6st + 6a	S	P e I		1 par sm; T	Ribeirão Criminoso – Alto Rio Paraguai Região de Coxim / MS	11
21	<i>A. asuncionensis</i>	50	6m + 24sm + 10st + 10a	S	P e I		1 par sm; T	Córrego Onça – Alto Rio Paraguai Região de Coxim / MS	11
22	<i>A. asuncionensis</i>	50	8m + 24sm + 6st + 12a	S	C, P e T	par 9sm C	par 20a T	Rio Médio Paraná, Parque Nacional do Iguaçu – PR	12
23	<i>A. asuncionensis</i>	50	8m + 24sm + 6st + 12a	S	C, I e T	par 9sm C	par 20a T	Rio Iguaçu, bacia do baixo Rio Paraná, a jusante das Cataratas do Iguaçu – Maringá / PR	5

24	<i>A. bokmanni</i>	50	8m + 8sm + 18st + 16a	M	I	1 par m e um par st; I	7 T e 2 biteloméri cos	Córrego do Alambari, bacia hidrográfica de Paranapanema, Piratininga, Brasília. Pta – SP	1
25	<i>A. bokmanni</i>	50	8m + 14sm + 14st + 14a	M	I	1 par m e um par st; I	4 T	Cachoeira Véu de Noiva, bacia de Paranapanema, Butucatu – SP	1
26	<i>A. bokmanni</i>	50	6m + 14sm + 14st +16a	M	I	1 par m e um par st; I	5 T e 2 biteloméri cos	Córrego Campo Novo, bacia do Tietê, Bauru/ Agudos – SP	1
27	<i>A. bokmanni</i>	50	6m + 14sm + 14st + 16a	M	I	1 par m e um par st; I	5 T e 1 biteloméri co	Córrego Barra Seca, bacia do Tietê, Baurú/ Jaú- SP	1
28	<i>A. bokmanni</i>	50	8m + 14sm + 12st + 16a	M	I	1 par m e um par st; I	6 T	Córrego Capivara, bacia do Tietê, Batucatu – SP	1
29	<i>A. bokmanni</i>	50	6m + 14sm + 14st +	M	I	1 par m e	3 T e 2	Rio Batalha, bacia	1

			16a			um par st; I	biteloméri cos	do Tietê, Bauru – SP	
30	<i>A. bokmanni</i>	50	6m + 14sm + 14st + 16a	M	P e T			Córrego Barra Seca, bacia do Rio Tietê – SP	6
31	<i>A. bokmanni</i>	50	6m + 14sm + 14st + 16a	M	P e T			Rio Campo Novo, bacia do Rio Tietê - SP	6
32	<i>A. correntinus</i>	36	12m + 16sm + 2st + 6a	M	C e T	Par 2m, par 4m, par 12, sm C	Par 4m, par 9sm, par 12sm, par 15 st, pares 16, 17 e 18a T	Rio Médio Paraná, Parque Nacional do Iguaçu – PR	12
33	<i>A. elachylepis</i>	50	14m + 30sm + 6st	S	P e I	1 par; P	1 par sm; T	Córrego Taboquinha, bacia do rio Tocantins, Monte do Carmo-TO	2
34	<i>A. elachylepis</i>	50	6m + 22sm + 10st + 12a	S	P, T e I		par 20 a T	Córrego Taquaralzinho, bacia do Rio Tocantins –	15

								Araguaia - MT	
35	<i>A. faciatus</i>	46	10m + 16sm + 12st + 8a	M		Par 3m; P Par 20a; T	Par 8sm, pares 15 e 16 st, pares 20 e 21a; T	Córrego Água Madalena; Botucatu – SP	4
36	<i>A. faciatus</i>	48	10m + 16sm + 12st + 10a	M		Par 3m; P Par 20a; T	Pares 8 e 12 sm, par 19st, pares 20 e 21a, T	Córrego Água Madalena; Botucatu – SP	4
37	<i>A. faciatus</i>	50	10m + 16sm + 8st + 16a	M		Par 3m; P Par 21a; T	Pares 5, 8 e 12sm, par 18st, par 22a; T	Córrego Água Madalena; Botucatu – SP	4
38	<i>A. faciatus</i>	48	8m + 20sm + 16st + 4a	M	T, C e P	1 par st-a; T e 1 par m; P	1 par sm- st e 1 sm biteloméri co	Rio Grande– MG	13
39	<i>A. faciatus</i>	48	8m + 20sm + 16st + 4a	M	T e C	1 par st-a; T e 1 par	2 pares sm, 1par	Rio Piumhi, - MG	13

						m; P	st-a; T		
40	<i>A. faciatus</i>	48	8m + 20sm + 16s t+ 4a	S	T e C	1 par st-a; T e 2 pares m; P	Par 6sm; T	Rio São Francisco - MG	13
41	<i>A. faciatus</i> *triplóide	3X =7 2	12m + 30sm + 24st +6 ^a	M				Drenagem do Rio Piumhi, MG	13
42	<i>A. jacuhiensis</i>	50	8m + 28sm + 6st + 8a	S	C e I	Par 2m, par 20st; C	Par 22a T	Rio Ijuí, bacia do alto rio Uruguai – Maringá / PR	5
43	<i>A. paranae</i>	50	8m + 22sm + 8st + 12a	M		1 par sm P e 1 par a T	6 T	Ribeirão Mandaguari, bacia do Rio Paraná, Indianópolis-MG	2
44	<i>A. paranae</i>	50	8m + 26sm + 6st + 10a	S		2 P, 2 T	2 T	Córrego Lajeado, bacia do Rio Paranaíba, Indianópolis-MG	2
45	<i>A. paranae</i>	50	8m + 24sm + 6st + 12a	M		2 P	4 T e 1 biteloméri co	Lago Paranoá, bacia do Rio Paraná, Brasília-DF	2

46	<i>A. scabripinnis</i>	50	10m + 20sm + 8st + 12a	M	C e T			Rio São Francisco; Toledo - PR	8
47	<i>A. scabripinnis</i>	48	11m + 18sm + 9st + 10a	M	C e T			Rio São Francisco; Toledo - PR	8
48	<i>A. scabripinnis</i>	50	6m + 16sm + 14st + 14a	M	T	2pares I e T	4 pares T	Córrego Cascatinha, bacia do Rio Tietê – SP	14
49	<i>A. scabripinnis</i>	50	4m + 18sm + 16st + 12a	S	T e C	2 pares I e T	5 T e 4 I	Córrego Funari, bacia do Rio Tietê – SP	14
50	<i>A. scabripinnis</i>	50	6m + 20sm + 14st + 10a	S	T e C			Córrego Cintra, bacia do Rio Tietê – SP	14
51	<i>A. scabripinnis</i>	50	6m + 16sm + 14st + 14a	S	T e C	2 pares I e T	4 T	Cachoeira Barbosa, bacia do rio Paranapanema – SP	14
52	<i>A. scabripinnis</i>	50	6m + 16sm + 14st + 14a	S	T e C	2 pares I e T	6 T	Córrego do Capão Bonito, bacia do rio Paranapanema – SP	14
53	<i>A. scabripinnis</i>	50	6m + 16sm + 14st + 14a	M	T			Córrego Cascatinha, Botucatu - SP	9

54	<i>A. xavante</i>	50	8m + 16sm + 18st + 8a	M	T		Pares 5 sm. 18 st, 21 st; todos T	Córrego Avoadeira, bacia do Rio Tocantins – Araguaia - MT	15
55	<i>Astyanax sp.</i>	50	4m + 26sm + 8st + 12a	S	P e T	Par 4sm C, par 21a T	Par 25a T	Rio Médio Paraná, Parque Nacional do Iguaçu – PR	12
56	<i>Astyanax sp.</i>	52	11m + 13sm + 2st	S	P, T e I		par 25 st T	Córrego Grande (Rio das Mortes), bacia do Rio Tocantins – Araguaia - MT	15

C – centromérico, P – pericentromérico, T – telomérico, I – intersticial,

M – múltiplas, S – simples

1. DANIEL, *et al.* (2015); 2. SANTOS, *et al.* (2016); 3. FERNANDES, *et al.* (2014); 4. FERREIRA-NETO, *et al.* (2012); 5. GAVAZZONI, *et al.* (2018); 6. HASHIMOTO; PORTO-FORESTI (2010); 7. KAVALCO, *et al.* (2011); 8. KLASSMANN; SANTOS (2017); 9. MACHADO, *et al.* (2012), 10. FERREIRA-NETO, *et al.* (2009); 11. NISHIYAMA, *et al.* (2016); 12. PAIZ, *et al.* (2015); 13. PERES, *et al.* (2009); 14. SANTOS, *et al.* (2012); 15. TENÓRIO, *et al.* (2013)

5. DISCUSSÃO

A análise dos cariótipos neste trabalho mostra diferenças cromossômicas numéricas entre as espécies *A. abramis*, *A. aff. paranae*, *A. aff. bimaculattus*, *A. altiparanae*, *A. argyrimattus*, *A. asuncionensis*, *A. bockmanni*, *A. correntinus*, *A. elachylepis*, *A. faciatus*, *A. jacuheiensis*, *A. paranae*, *A. scabripinis*, *A. xavante* e *Astyanax sp.* Este trabalho, reuniu dados de 15 espécies, determinando 56 cariótipos pertencentes ao gênero *Astyanax* (Tabela 1). Apesar de englobar espécies com formas semelhantes, é um gênero que apresenta consideráveis variações cariotípicas em seu número e/ou estrutura cromossômica (TORRES-MARIANO; MORELLI, 2006), que podem ser observadas entre células do mesmo indivíduo entre diferentes indivíduos da mesma população ou entre diferentes populações da mesma espécie (GUERA, 1988). Por isso, algumas espécies como *A. faciatus*, *A. aff. bimaculattus*, *A. scabripinis* e *A. paranae* são consideradas complexos de espécies, como é visto na Tabela 1.

O número diplóide em *Astyanax* varia de 36 a 50 cromossomos (MOREIRA-FILHO e BERTOLLO, 1991 e KAVALCO; ALMEIDA-TOLEDO, 2007), contudo, Tenório *et al.*, (2013) encontrou *Astyanax sp* com $2n=52$. Variações no número diplóide ocorreram nas populações de *A. aff. paranae* do Córrego Andirá- PR apresentando $2n=48$ e $2n=50$ e no Córrego Itiz-PR $2n=50$ (NIESHYMAN *et al.*, 2016); *A. fasciatus* do Córrego Água Madalena-SP obtiveram $2n=46$, 48 e 50 (FERREIRA-NETO *et al.*, 2012), no entanto, essa mesma espécie na Drenagem do Rio Grande-MG não apresentaram variações, todas apresentaram $2n=48$ (PERES *et al.*, 2009). No Rio São Francisco-PR, as populações *A. scabripinnis* diferiram em $2n=48$ (KLAISMANN; SANTOS, 2017) e igual a 50 para todas as populações das bacias do Rio Tietê e Paranapanema (Santos *et al.*, 2012). *A. correntinus* foi a única espécie que apresentou $2n=36$. A maioria das espécies em estudo apresentou o número cromossomos igual a 50 no seu cariótipo o que é característico no gênero *Astyanax*. Apesar disso, as várias fórmulas cariotípicas refletem a diferença na organização do DNA nos cromossomos.

As populações de *A. aff. bimaculattus* que apresentaram o mesmo número diplóide diferiram nas fórmulas cariotípicas, mas as populações do Rio Ribeiras do Iguapé- PR e Rio Guapimirim – RJ no trabalho de Kavalco *et al.*, (2011) exibiram a mesma fórmula. Em *A. altiparanae* todas as populações das diferentes localidades revelaram distintas fórmulas cariotípicas. Nos trabalhos de Paiz *et al.*, (2015) e Gavazonni *et al.*, (2018) as populações de *A. asuncionensis* do Parque Nacional do Iguaçu obtiveram a mesma fórmula cariotípica,

entretanto, diferenciou das populações de Ribeirão Criminoso e Córrego Onça – MG, estudadas por Niashymann *et al.*, (2016). Poucas diferenças foram encontradas na fórmula cariotípica de *A. bokmanni*, embora todas as populações habitem locais distintos na bacia hidrográfica do Tietê (DANIEL *et al.*, 2015). O mesmo ocorre nas pesquisas de Ferreira-Neto, *et al.*, (2012) realizadas em *A. fasciatus* no Córrego Madalena- SP. Por outro lado, quando comparada essa mesma espécie com as da Drenagem do Rio Piumhi-MG nas pesquisas de Peres *et al.*, (2009), percebe-se uma relativa mudança na fórmula cariotípica. Daniel *et al.*, (2015) mostra um cariótipo de *A. elachylepis* altamente diferenciado, composto exclusivamente de cromossomos com dois braços, algo incomum nesses peixes e bem distante da fórmula cariotípica descrita por Tenório *et al.* (2013) para uma população de *A. elachylepis* da bacia do Rio Araguaia – TO. Os cariótipos do “complexo *scabripinnis*” são semelhantes, particularmente no Córrego Cascatinha – SP (SANTOS *et al.*, 2012; MACHADO *et al.*, 2012), Cachoeira Barbosa, Córrego Capão Bonito – SP (SANTOS *et al.*, 2012) e diferem no Córrego Cintra (SANTOS *et al.*, 2012) e Rio São Francisco (KLASSMANN; SANTOS, 2017). *Astyanax sp.* do Córrego Grande (TENÓRIO *et al.*, 2013) não apresenta cromossomo acrocêntrico se diferenciando da população de Rio Médio Paraná (PAIZ *et al.*, 2015). A figura 2 exemplifica um cariótipo, Ag-NOR, Banda C e FISH em *A. fasciatus* (SANTOS, 2010).

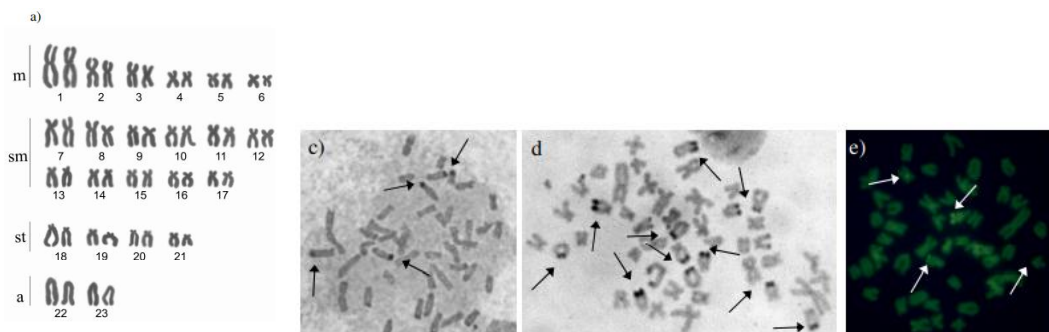


FIGURA 2: Cariótipo (a), metáfases indicando Ag-NOR(c), bandeamento C (d) de *Astyanax fasciatus*. Fonte: SANTOS, 2010.

As Regiões Organizadoras de Nucléolos (NORs), são simples, se apenas um par de cromossomos é portador de DNAr ou múltiplas, quando mais de um par apresentam essa região. Isso é perceptível na condensação dos cromossomos duplicados durante o processo de divisão celular no desaparecimento do nucléolo quando as atividades dos genes ribossômicos estão sendo interrompidas. Através delas é possível observar as diferenças entre as espécies, linhagens e inclusive indivíduos de uma mesma linhagem.

Nas populações de *A. bockmanni*, múltiplos sítios nucleolares foram localizados através da técnica Ag-NOR evidenciando uma alta variabilidade inter e intraindividual nos cariótipos de indivíduos de ambas as populações (HASHIMOTO; PORTO-FORESTI, 2010; DANIEL *et al.*, 2015). Ferreira-Neto *et al.*, (2012) identificou NOR simples em uma população de *A. faciatus* no Rio São Francisco-MG, por outro lado, os espécimes do Córrego Água Madalena-SP apresentaram um sistema de NOR múltiplas confirmando os estudos de Peres *et al.*, (2009) nas Drenagens do Rio Grande e Piumhi - MG. Das quatro populações de *A. scabripinnis* apresentadas por Santos *et al.*, (2012), três exibiram NORs simples, com exceção da população do Córrego Cascatinha - SP onde Machado *et al.*, (2012). Também observou um sistema de NORs múltiplas nessa região, Klaismann e Santos (2017) encontraram várias marcações nas populações do Rio São Francisco-PR. A ocorrência de NORs múltiplas é pouco comum entre as espécies do gênero *Astyanax* (PAINTENER-MARCOS *et al.*, 2002), logo o presente trabalho confirma maior frequência de NORs simples nas populações intra e interespecífica.

Os estudos das NORs são de alta relevância, pois contribuem para o conhecimento da estrutura cromossômica, fornecendo informações sobre a atividade gênica dessas regiões, além de ser um importante marcador citotaxonômico.

O DNAr 5S é transcrito em um local diferente da região organizadora nucleolar (NOR), para formar subunidade maior do ribossomo, migra para o nucléolo e se une ao RNAr 5,8S e 28S. Sua região codificante é conservada, mesmo entre organismos filogeneticamente distantes, incluindo os peixes, geralmente ocupando uma região intersticial nos cromossomos facilitando assim sua conservação no genoma.

A hibridação *in situ* fluorescente (FISH), técnica a qual uma sonda de DNA marcada é hibridada sobre alvos citológicos, tem sido utilizada nos últimos anos para o mapeamento de NORs e de DNA 5S, através de sondas de DNAr.

De acordo com a Tabela 1, essa técnica revelou locais de DNAr 5S nas regiões centroméricas em 2 pares de cromossomos submetacêntrico e subtlocêntrico de *A. abramis*, do Rio Iguaçu (PAIZ *et al.*, 2015; GAVAZONNI, *et al.*, 2018), em 1 par metacêntrico de *A. altiparanae* e *A. asuncionensis* do Rio Paraná – PR (GAVAZONNI, *et al.*, 2018), em 3 pares metacêntricos de *A. correntinus* do Rio Paraná (PAIZ *et al.*, 2015) e em 1 par metacêntrico e subtlocêntrico de *A. jacuhiensis* Rio Ijuí – PR.

Nas regiões intersticiais de 2 pares metacêntricos e submetacêntrico das populações de *A. aff. bimaculatus* no Rio Ribeiras do Iguapé – SP e Rio Guapimirim – RJ, em 2 pares submetacentricos de *A. altiparanae* dos Rios Tietê e Paranapanema – SP (KAVALCO, *et al.*,

2011), essa última, difere das populações dos Córregos Pântano e Feijão – SP e Rio Jordão – RJ que revelaram DNAr 5S nas regiões intersticiais de apenas 1 par de cromossomos submetacêntricos (FERREIA-NETO *et al.*, 2009). Está presente em 1 par metacêntrico e subteloentrico de todas as populações de *A. bokmanni* pesquisadas por Daniel *et al.*, (2015) nas diferentes localidades da Bacia do Tietê e Paranapanema – SP.

No Córrego Água Madalena – SP, os locais de DNAr 5S foram revelados nas regiões pericentroméricas de 1 par metacêntrico e teloméricas de 1 par acrocentrico em todas as populações de *A. fasciatus* (FERREIRA-NETO *et al.*, 2012). Populações dessa mesma espécie ocorridas na Drenagem do Rio Piumhi e Rio São Francisco também revelaram DNAr 5S nas regiões pericentroméricas em 1 a 2 par de cromossomos metacêntricos, e teloméricas para 1 par subteloentrico (PERES *et al.*, 2009).

Nessa revisão a presença de DNA ribossômico 5S foi predominante na região centromérica na maioria das espécies e menos frequente nas regiões pericentroméricas (Tabela 1).

Normalmente, os sítios 5S do DNA ribossômico mostram-se mais conservados que os sítios 18S entre as populações. Na Tabela 1, os sítios 18S ocorrem com maior frequência nas regiões teloméricas dos cromossomos da maioria das espécies, porém, nas populações de *A. aff. paranae* do Córregos Andirá e Itiz- PR esse sítio foi encontrado na região pericentromérica de um único par submetacêntrico (NIASHYAMA, *et al.*, 2016).

Contudo, a reunião dos dados sobre os genes ribossomais 5Se 18S são de suma importância para a caracterização cariotípica das diferentes espécies de *Astyanax*.

A heterocromatina é um segmento do cromossomo permanentemente condensado, geneticamente inativo, composto por DNA altamente repetitivo, que se replica tardiamente na fase S e quando submetidos a tratamentos especiais (bandeamentos), cora-se diferencialmente. A heterocromatina constitutiva ocorre em porções homólogas e inativas do par de cromossomos. Suas principais características é a sua universalidade, diversidade (diferenças em relação à composição de bases de DNA) e variabilidade (mudanças na quantidade de heterocromatina no cariótipo).

Blocos de heterocromatina apresentaram diferenças entre as espécies. As populações de *A. abramis* do Iguacu – PR apresentaram marcações centroméricas e teloméricas. Além dessas, Gavazonni *et al.* (2018) encontrou marcas intersticiais e Paiz *et al.*, (2015) marcas pericentroméricas. *A. aff. paranae* dos Córregos Andirá e Itiz – PR exibiram marcações centroméricas e teloméricas em todas as populações (GAVAZONNI *et al.*, 2018). Na Lagoa de Bateias – BA, *A. aff. bimaculatus* apresenta marcas pericentroméricas e intersticiais

(NIASHYAMA, *et al.*, 2016), enquanto os do Rio Ribeiras – SP e Rio Guapimirim – RJ tinham somente marcas pericentroméricas (KAVALCO, *et al.*, 2011). Em *A. altiparanae* os blocos heterocromáticos são bem diversificados. No Rio Paraná – PR verificou-se marcas centroméricas e intersticiais (GAVAZONNI *et al.*, 2018), em Ribeirão Monjinho – SP, apresentaram marcas teloméricas, pericentroméricas e intersticiais (TENÓRIO *et al.*, 2013), os Córregos Água Boa e Santa Maria – MT, mantiveram padrões centroméricos e teloméricos (FERNANDES *et al.*, 2014), nos Rios Tietê e Paranapanema – SP manifestaram padrões teloméricos e intersticiais (KAVALCO, *et al.*, 2011). As populações dos Córregos Pântano e Feijão – SP exibiram marcas centroméricas, teloméricas e pericentroméricas e nos espécimes do Rio Jordão – PR, surgiram marcas centroméricas, teloméricas e intersticiais (FERRERANETO *et al.*, 2009). Imai (1991) afirma que em peixes a heterocromatina constitutiva ocorre principalmente na região pericentromérica. De acordo com a tabela 1, é a região telomérica que aparece marcada na maioria das espécies do gênero, enquanto nas regiões intersticiais são mais raras. Além disso, foram evidenciados polimorfismos inter e intrapopulacionais na localização de heterocromatina nas espécies apresentadas.

6. CONCLUSÃO

De acordo com a esta revisão bibliográfica, as características comuns às espécies de peixes do gênero *Astyanax* são: número diploide igual a 50 cromossomos, fórmula cromossômica com 4 tipos de cromossomos (meta, submetá, subtelo e acrocêntricos), DNAr 18S terminal, 5S intersticial e heterocromatina constitutiva localizada preferencialmente em regiões teloméricas. Em relação às NORs, tanto a coloração com nitrato de Prata quanto a FISH com sonda 18S confirmaram a presença de 50% das espécies com NOR simples nesse trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMOV, Nadya Soares de Macedo *et al.* Triploid Induction in the Yellowtail Tetra, *Astyanax altiparanae*, Using Temperature Shock: Tools for Conservation and Aquaculture. **Journal Of The World Aquaculture Society**. p. 741-750. 22 nov. 2016. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jwas.12390>>. Acesso em: 20 maio 2019.
- ARCIFA, Marlene Sofia; NORTHCOTE, Thomas Gordon; FROEHLICH, Otávio. Interactive ecology of two cohabiting characin fishes (*Astyanax fasciatus* and *Astyanax bimaculatus*) in an eutrophic Brazilian reservoir. **Journal Of Tropical Ecology**. São Paulo, p. 257-268. maio 1991. Disponível em: <<https://cambridge.org/core/journals/journal-of-tropical-ecology/article/interactive-ecology-of-two-cohabiting-characin-fishes-astyanax-fasciatus-and-astyanax-bimaculatus-in-an-eutrophic-brazilian-reservoir/DBC0D48D7DFFFDC093B653E544507A28>>. Acesso em: 26 maio 2019.
- BERTOLLO, Luiz Antônio Carlos *et al.* Contributions to the cytogenetics of the Neotropical fish fauna. **Comparative cytogenetics** vol. 11, n4, 665-690. 20 Oct. 2017.
- CORRÊA, Fabiano *et al.* Distribution extension of *Cyphocharax spilotos* (Vari, 1987) (Characiformes: Curimatidae), at Patos-Mirim lagoon system, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Panamjas: Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. p. 43-47. 01 2014. Disponível em: <[https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_9\(1\)_43-47.pdf](https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_9(1)_43-47.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- CUNHA, Marina Souza da; REIS, Vinícius José Carvalho; DERGAM, Jorge Abdala. Closely Related Syntopic Cytotypes of *Astyanax taeniatus* (Jenyns, 1842) from the Upper Piranga River, Upper Doce Basin in Southeastern Brazil. **Zebrafish**, v. 00, n. 00, p.1-6, 15 jan. 2015.
- DANIEL, Sandro Natal *et al.* New Insights into Karyotypic Relationships Among Populations of *Astyanax bockmanni* (Teleostei, Characiformes) of Different Watersheds. **Zebrafish**. New Rochelle: Mary Ann Liebert, Inc, v. 2, n. 12, p. 181-188, 2015.
- FERNANDES, Carlos Alexandre *et al.* Cytogenetic and Morphometric Analysis in the Species *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Teleostei, Characidae) from the Iguatemi River Basin, Brazil. **Foliabiologica** (Kraków), Brasil, v. 64, n. 3, p.193-201, 15 maio 2014.
- FERREIRA NETO, Maressa *et al.* Comparative cytogenetics among populations of *Astyanax altiparanae* (Characiformes, Characidae, Incertae sedis). **Genetics And Molecular Biology**, Brasil, v. 4, n. 32, p.792-796, 17 jun. 2009.
- FERREIRA-NETO, Maressa *et al.* Three sympatric karyomorphs in the fish *Astyanax fasciatus* (Teleostei, Characidae) do not seem to hybridize in natural populations. **Compcytogen**, v. 6, n. 1, p.29-40, 2012.
- GARUTTI, Valdener. DESCRIÇÃO DE *Astyanax argyrimarginatus* SP. N. (CHARACIFORMES, CHARACIDAE) PROCEDENTE DA BACIA DO RIO ARAGUAIA, BRASIL. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 4, n. 59, p.585-591, 22 fev. 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbbio/v59n4/v59n4a07.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2019

- GAVAZZONI, Mariane *et al.* Morphologically Cryptic Species of the *Astyanax bimaculatus* “Caudal Peduncle Spot” Subgroup Diagnosed Through Cytogenetic Characters. **Zebrafish**, v. 00, n. 00, p.1-7, 2018.
- GUERRA, M. (1988). In cap. 3: Heterocromatina e Bandamento Cromossômico, **Introdução à Citogenética Geral**, Ed. Guanabara, pp.26-35.
- HASHIMOTO, Diogo Teruo; PORTO-FORESTI, Fábio. Chromosome polymorphism of heterochromatin and nucleolar regions in two populations of the fish *Astyanax bockmanni* (Teleostei: Characiformes). **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 8, p.861-866, 2010.
- IMAI, Hirotsami.T. Mutability of constitutive heterochromatin (C-bands) during eukaryotic chromosomal evolution and their cytological meaning. **Japanese Journal of Genetics** 66:635-661. 1991.
- KAVALCO, Karine Frehner *et al.* Comparative Cytogenetics and Molecular Phylogeography in the Group *Astyanax altiparanae* – *Astyanax* aff. *bimaculatus* (Teleostei, Characidae). **Ytoget Genome Research**, v.134, p.108-119, 26 mar. 2011.
- KAVALCO, Karine Frehner; ALMEIDA-TOLEDO, Lurdes Foresti de. Molecular cytogenetics of blind mexican tetra and comments on the karyotypic characteristics of genus *Astyanax* (Teleostei, Characidae). **Zebrafish**, São Paulo, v. 2, n. 4, p.103-111, 2007.
- KLASSMANN, Josiele Paula; SANTOS, Isabel Cristina Martins dos. Karyotype Diversity in *Astyanax sacbripinnis* (Pisces, Characiformes) from the São Francisco River Basin, Brazil. **Cytologia**, v. 82, n. 2, p.199-203, 28 jan. 2017.
- MACHADO, Santos Natália *et al.* Natural triploidy and B chromosomes in *Astyanax scabripinnis* (Characiformes, Characidae): a new occurrence. **Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics**, v. 1, n. 65, p.40-46, 4 maio 2012.
- NELSON, Joseph S. *et al.* **Fishes of the world**. 5^a. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2016. 708 p.
- NIASHIYAMA, Patrícia Belini *et al.* Karyotypic diversity among three species of the genus *Astyanax* (Characiformes: Characidae). **Braz. J. Biol**, v. 2, n. 76, p.360-366, 31 maio 2016.
- PAIZ, Leonardo Marcel *et al.* Basic cytogenetics and physical mapping of ribosomal genes in four *Astyanax* species (Characiformes, Characidae) collected in Middle Paraná River, Iguassu National Park: considerations on taxonomy and systematics of the genus. **Compocytogen**, v. 1, n. 9, p.51-56, 2015.
- PERES, Wellington Adriano Moreira *et al.* Chromosomal evidence of downstream dispersal of *Astyanax fasciatus* (Characiformes, Characidae) associated with river shed interconnection. **Genetica**, 137: p.305-309, 2009.
- SANTOS, Luana Pereira. **Análise Citogenética de Peixes dos Gêneros: *Astyanax*, *Moenkhausia* e *Bryconops* Provenientes das Regiões de Uberlândia –MG e Monte Carmo-TO**. Tese (Mestre em Genética e Bioquímica). Universidade Federal de Uberlândia. 2010.
- SANTOS, Luana Pereira *et al.* Karyoevolutionary Inferences in Enigmatic Taxon *Astyanax* (Teleostei: Characidae). **Zebrafish**, Uberlândia, v. 00, n. 00, p.1-6, 2016.

SANTOS, Natália M. *et al.* A comparative structural cytogenetic study in three allopatric populations of *Astyanax scabripinnis* (Teleostei: Characidae). **Zoologia**, v. 2, n. 29, p.159-166, 1 abr. 2012

SCHMITTER-SOTO, Juan J.. A revision of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) in Central and North America, with the description of nine new species. **Journal Of Natural History**. p. 1-94. 3 jul. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318115094_A_revision_of_Astyanax_Characiformes_Characidae_in_Central_and_North_America_with_the_description_of_nine_new_species/link/59e601c0a6fdcc1b1d9704eb/download>. Acesso em: 23 maio. 2019.

SILVA, Duílio M. Z. de A. *et al.* High-throughput analysis unveils a highly shared satellite DNA library among three species of fish genus *Astyanax*. **A Naturesearch Journal**, p.1-12, 10 out. 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-017-12939-7.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2019.

SILVA, Laura L. L. da *et al.* Chromosomal characterization in two species of an *Astyanax bimaculatus* complex (Characidae, Characiformes) using different techniques of chromosome bandin. **Cytotechnology**, Londrina, v. 68, p.1277-1286, 29 set. 2016.

TENÓRIO, Renata Cristina Claudino de Oliveira *et al.* Comparative cytogenetics in *Astyanax* (Characiformes: Characidae) with focus on the cytotaxonomy of the group. **SciELO: Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 3, n. 11, p.553-564, set. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ni/v11n3/1679-6225-ni-11-03-00553.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2019.

TORRES, Alessandra Ribeiro. **Descrição Citogenética de espécies do gênero *Astyanax* (Pisces, Characidae) da bacia do rio Araguari - Uberlândia (MG)**. Tese (Mestre em Genética e Bioquímica). Universidade Federal de Uberlândia. 2001.

TORRES, Alessandra. R. ; MORELLI, Sandra . Chromossomic Analisys in *Astyanax fasciatus* (PISCES, CHARACIDAE) captured in Araguari River, Uberlândia (MG). **Brazilian Journal of Biology** (Impresso) , São Carlos - SP - Brasil, v. 66, n.1A, p. 161-165, 2006.

VALLADÃO, Gustavo Moraes Ramos; GALLANI, Sílvia Umeda; PILARSKI, Fabiana. South American fish for continental aquaculture. **Reviws In Aquaculture**, São Paulo, v. 2, n. 10, p.351-369, 20 jun. 2016.

VICARI, Marcelo Ricardo *et al.* Contributions tComparative cytogenetics among species of the *Astyanax scabripinnis* complex. Evolutionary and biogeographical inferencese the cytogenetics of the Neotropical fish fauna. **Genetics And Molecular Biology**, v. 1, n. 31, p.173-179, abr. 2008.

WOLFF, Luciano Lazzarini *et al.* Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax aff. fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 2, n. 7, p.257-266, jun 2009.