



Universidade Federal do Pampa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS SÃO GABRIEL

DESCRIÇÃO CARIOTÍPICA DA ESPÉCIE NEOTROPICAL

Pipra fasciicauda (Aves: Família *Pipridae*)

Verônica Damian Rosa

Orientadora: Prof^a Dr^a Analía Del Valle Garnero

São Gabriel

2011

VERÔNICA DAMIAN ROSA

DESCRIÇÃO CARIOTÍPICA DA ESPÉCIE NEOTROPICAL

***Pipra fasciicauda* (Aves: Família *Pipridae*)**

Monografia apresentada à Comissão de Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa — UNIPAMPA, Campus São Gabriel, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Analía Del Valle Garnero

São Gabriel

2011

VERÔNICA DAMIAN ROSA

DESCRIÇÃO CARIOTÍPICA DA ESPÉCIE NEOTROPICAL

Pipra fasciicauda (Aves: Família *Pipridae*)

Monografia apresentada à Comissão de Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa — UNIPAMPA, Campus São Gabriel, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Monografia defendida e aprovada em: 22 de junho de 2011

Banca examinadora:

Prof^a Dr^a Analía del Valle Garnero
Orientadora
UNIPAMPA

Prof. Dr. Fabiano Torres Pimentel
Titular
UNIPAMPA

Prof. Dr. Ricardo José Gunski
Titular
UNIPAMPA

Adriana Koslovski Sassi
Suplente
UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, quero agradecer esta grande oportunidade á Instituição e ao apoio de todas as pessoas no início desta grande caminhada.

Á Deus, por me possibilitar chegar até aqui, realizar meus objetivos no início deste caminho árduo, por me apoiar, me iluminar e, preencher todos os meus dias com força de vontade para seguir em frente.

Á minha orientadora Analía Del Valle Garnero e ao Professor Dr. Ricardo José Gunski pela maravilhosa oportunidade, pelo grande apoio e confiança desde o começo de minha graduação, por seus ensinamentos e discussões durante minha vida acadêmica e a maravilhosa amizade que recebi durante todo o caminho que percorri, e com certeza pelo laço de carinho que não somente me fez os ver como pais, mas como grandes mestres em minha vida.

Aos meus colegas e amigos que estiveram comigo e compartilharam deste meu objetivo, sempre servindo de apoio em todos os momentos de felicidade e situações difíceis de minha vida. Á todos aqueles que me compreenderam e respeitaram meu trabalho.

Pessoas que conheci durante esses quatro anos de percurso, como Mário Angel Ledesma e demais amigos, muito obrigada pelo carinho e atenção.

Finalmente aos meus queridos pais, Arcelino Aristeu Disconzi Rosa e Marta Luíza Damian Rosa, que me forneceram toda a base de educação, conhecimento e respeito para que me tornasse o que sou hoje, a imagem e semelhança de meus educadores. A estrutura que recebi destas pessoas tão queridas em minha vida, me deu muita força para batalhar e vencer em qualquer obstáculo presente em meu caminho. Á toda minha família que sempre esteve ao meu lado, tios, tias, primos, primas, namorado, minha querida avó Etelevina Gavioli ainda presente em minha vida e, a meus avós que já partiram, mas tenho a certeza que sempre estiveram de mãos dadas comigo, á todos aqueles que me estenderam a mão e me deram apoio para que conseguisse alcançar meus objetivos.

“Há uma grandeza nessa maneira de ver a vida... De um começo tão simples formas infinitas das mais belas e das mais fantásticas evoluíram e estão evoluindo.”

Darwin (1859), encerrando a Origem das Espécies.

DESCRIÇÃO CARIOTÍPICA DA ESPÉCIE NEOTROPICAL

Pipra fasciicauda (Aves: Família Pipridae)

RESUMO

A Classe das Aves abriga uma rica diversidade em todo o mundo com 9.702 espécies, e 1.825 destas estão descritas para o Brasil, mas apesar disso, pouco se sabe sobre a citogenética desse grupo. Uma das ordens com o maior número de espécies de aves, em torno de 5.739, é a ordem Passeriformes, no entanto, apenas cerca de 280 espécies foram até agora cariotipadas. *Pipra fasciicauda* pertence à família Pipridae, é uma espécie encontrada na região neotropical, são pequenas aves frugívoras de sub-bosque sendo o macho de coloração vistosa (vermelho brilhante, vermelho amarelado e preto) e a fêmea mais discreta (verde oliva). Os objetivos do presente trabalho foram descrever cariotipicamente a espécie *Pipra fasciicauda*, realizar a biometria dos macrocromossomos, construir o ideograma da espécie e, contribuir para o conhecimento citogenético e taxonômico da família Pipridae e da Ordem Passeriformes. Para obter amostras foi preciso capturar os indivíduos com rede de neblina e o material para análise citogenética foi obtido a partir da técnica de curta duração de medula óssea. Após obter as preparações, fotografaram-se as 10 melhores metáfases para a montagem do cariótipo e sua posterior biometria, e a partir dos valores biométricos construir o primeiro ideograma para essa espécie. O número $2n=78$ cromossomos foi observado para a espécie, sendo este constituído por 12 pares de macrocromossomos. A morfologia submetacêntrica foi observada para o 1° par, acrocêntrica para o 2° ao 5° par e telocêntrica para o 6° ao 12° par. O 1° e 3° pares apresentam morfologia conservada em relação ao cariótipo ancestral das aves, o qual possui um grupo de macrocromossomos no qual estão os 1° e 2° pares submetacêntricos e, o 3° acrocêntrico. Os resultados obtidos neste trabalho fornecem um conjunto de caracteres para comparações filogenéticas das espécies da família Pipridae, sendo esta a primeira descrição cariotípica para *Pipra fasciicauda*.

KARYOTYPIC DESCRIPTION OF THE NEOTROPICAL SPECIES

Pipra fasciicauda (Birds: *Pipridae* Family)

SUMMARY

The Birds Class contains a rich diversity in whole world with 9.702 species listed, and 1.825 of these are registered in Brazil, but despite of that, little is known about the cytogenetics of this group. One of the orders with the biggest number of species of birds, around 5.739, is the Passeriformes, but only about 280 species were karyotyped until now. *Pipra fasciicauda* belongs to the *Pipridae* family, which is found in the Neotropical region, they are small frugivorous birds inhabiting the backwoods being the male flashy colorful (bright red, yellowish red and black) and the female more discrete (olive green). The goals of this paper were to describe the *Pipra fasciicauda* karyotype, do the biometric analysis of their macrochromosomes, build the species ideogram and, bestow to the cytogenetic and taxonomic knowledge about the *Pipridae* family and Passeriformes Order. To obtain samples it was needed to capture the individuals with fog-net and the cytogenetic analysis material was obtained from the short-term bone marrow technique. After the procedures, it was photographed the best 10 metaphases to karyotype assembling and its further biometric assay, and from these values construct the first ideogram for this species. The $2n=78$ number of chromosomes was observed for the species, being formed by 12 pairs of macrochromosomes. The submetacentric morphology was noted for the 1° pair, acrocentric for 2° to the 5° pairs and telocentric for 6° to the 12° pair. The 1° and 3° pairs showed conserved morphology in relation to the birds ancestral karyotype, which possess a group of macrochromosomes that includes the 1° and 2° submetacentric pairs and, the 3° acrocentric pair. The results achieved in this work supplies a set of characters to phylogenetic comparisons between *Pipridae* family species, being this the first karyotypic description for the *Pipra fasciicauda*.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: A origem dos reinos zoogeográficos (WALLACE, 1876)	08
Figura 2: Imagem para ilustração de indivíduos macho (á esquerda) e fêmea (á direita) da espécie <i>Pipra fasciicauda</i>	08
Figura 3: Rede de neblina aberta para a captura das aves e após amostragem de cada espécime	10
Figura 4: Valores limite para cada tipo de morfologia cromossômica. M, metacêntricos; SM, submetacêntricos; A, acrocêntricos T, telocêntricos; a.r., razão entre os braços, i.c. índice centromérico	12
Figura 5:	
a. Metáfase de <i>Pipra fasciicauda</i>	15
b. Cariótipo parcial dos 12 primeiros macrocromossomos de <i>Pipra fasciicauda</i>	14
Figura 6: Ideograma parcial dos 12 primeiros macrocromossomos do complemento cromossômico de <i>Pipra fasciicauda</i>	15
Figura 7: Análise da similaridade cariotípica de <i>Pipra fasciicauda</i> com algumas outras espécies de mesmo número diplóide (m = metacêntrico; sm = submetacêntrico; a = acrocêntrico; st = subtelocêntrico; t = telocêntrico)	20

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Ordens com algumas espécies e suas respectivas referências bibliográficas que apresentam o mesmo número diplóide (2n) de <i>Pipra fasciicauda</i> .	03
Tabela 2. Biometria dos 12 primeiros pares de macrocromossomos na espécie <i>Pipra fasciicauda</i> (braço longo (l), braço curto (c) e índice centromérico (ic)).	15
Tabela 3. Morfologia dos 12 primeiros macrocromossomos em algumas espécies da ordem Passeriformes para análise cariotípica comparativa com <i>Pipra fasciicauda</i> .	19

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Histórico da citogenética das aves	01
1.2. Classe Aves	02
1.3. Família <i>Pipridae</i>	07
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivos gerais	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1. Coleta e Amostras	10
3.2. Coloração convencional	11
3.3. Análise biométrica	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÕES	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

1.1. Histórico da citogenética de aves

A citogenética estuda os cromossomos, sua função, estrutura, comportamento biológico e patológico e, divide-se em citogenética clássica (envolve a cultura de células) e molecular (utiliza técnicas e métodos tecnológicos através de DNA) (MONTENEGRO *et al.*, 2008). Baseia-se em estudos microscópicos dos cromossomos em que basicamente faz-se sua descrição (contagem do número cromossômico e a morfologia que caracteriza cada par).

Portanto, é difícil analisar o número cromossômico e sua morfologia sem realizar qualquer pré-tratamento das células antes de fixar o material (HAMMAR, 1966). O início dos estudos de cariótipos de aves apresentou dificuldades técnicas para a fixação do material e a determinação do número diplóide se limitava muitas vezes aos macrocromossomos (WALDRIGUES, 1981). A descoberta de que a colchicina promovia um acúmulo de metáfases em células de *Allium cepa* em divisão, possibilitou a melhor obtenção de cromossomos metafásicos (GAVANDAN *et al.*, 1937). LEVAN (1938) utilizou essa substância para tratar células em cultura. O primeiro pesquisador a estudar cromossomos humanos de células em desenvolvimento *in vitro*, HSU (1952), também utilizou colchicina e adicionou solução hipotônica como pré-tratamento antes de fixar o material. Esses passos permitiram o acúmulo de metáfases e a melhor dispersão dos cromossomos, assim, o resultado foi a individualização dos mesmos, o que se tornou de fundamental importância para a citogenética (WALDRIGUES, 1981).

OSGOOD & BROOK; RIGAS & OSGOOD e OSGOOD & KRIPPAEHNE (1955) utilizaram fitohemaglutinina (substância extraída do feijão, *Phaseolus vulgaris*) e conseguiram mostrar que os eritrócitos podiam aglomerar-se e ao mesmo tempo era possível separá-los dos leucócitos. Portanto, a fitohemaglutinina iniciava a mitose de leucócitos humanos normais em cultura. Com esses resultados, foi possível transferir estes conhecimentos para toda a citogenética animal e o melhoramento das técnicas citológicas possibilitou a melhor análise da caracterização dos microcromossomos, sendo possível determinar o número de cromossomos das espécies estudadas de uma forma mais correta e acurada (WALDRIGUES, 1981).

1.2. Classe Aves

O Brasil é um dos países com a maior diversidade de espécies de aves, no entanto, pouco se sabe sobre a citogenética desses animais. A falta de estudos citogenéticos dessa Classe está presente em todo o mundo (WALDRIGUES & FERRARI, 1982 a), sendo que mais de 50% de suas ordens ainda não apresentam descrição cariotípica.

Segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2009), em sua listagem atualizada de aves ocorrentes no território brasileiro, 1.825 espécies fazem parte da diversificada avifauna de nosso país.

Das 9.702 espécies de aves, 5.739 são representadas pela ordem Passeriformes (SICK, 1997), com o maior número de descrições cariotípicas dentre as outras ordens (280 espécies descritas) (DE LUCCA & ROCHA, 1992 a). Segundo esses autores, a maioria dessas espécies possuem semelhança cariotípica entre si, tanto em número ($2n=80$) e quanto a morfologia cromossômica, que é principalmente subtelocêntrica. Estudos cromossômicos revelam que o cariótipo é mais conservado em linhagens de aves, onde a maioria das espécies possui número diplóide entre $2n=76$ e $2n=80$, do que em outros grupos como os mamíferos (ELLEGREN, 2010). OHNO *et al.* (1964 a), após analisarem o cariótipo de várias espécies de aves, concluíram que elas apresentavam um cariótipo bastante uniforme e conservado.

Em 1902 GUYER deu início aos primeiros estudos cariotípicos em aves, sendo 107 espécies descritas em trabalhos publicados até a década de 1950 (DE LUCCA & ROCHA, 1992 b). Hoje, ainda menos de 10% das espécies de aves conhecidas fazem parte de estudos citogenéticos (GUNSKI, 1992).

Abaixo seguem algumas ordens com as espécies que possuem o mesmo número diplóide de *Pipra fasciicauda* ($2n=78$), sendo importante comparar dados citogenéticos dentro de um grupo e futuramente, com mais dados, entre diferentes ordens (Tab. 1).

Tab. 1: Ordens com algumas espécies e suas respectivas referências que apresentam o mesmo número diplóide (2n) de *Pipra fasciicauda*.

Espécie	2n	Fonte
TINAMIFORMES		
Tinamidae		
<i>Crypturellus tataupa</i>	78	GARNERO <i>et al.</i> (2006)
<i>Rhynchotus rufescens</i>	78	GARNERO & GUNSKI (2000); MORO <i>et al.</i> (1994); GIANNONI <i>et al.</i> (1991)
<i>Nothura maculosa</i>	78	GARNERO & GUNSKI (2000); PIGOZZI & SOLARI (2005)
ANSERIFORMES		
Anatidae		
<i>Cygnus melancoryphus</i>	78	OLIVEIRA <i>et al.</i> (2001)
<i>Anas platyrhynchos</i>	78	
<i>Aythya fuligula</i>	78	
GALLIFORMES		
Cracidae		
<i>Penelope obscura</i>	78	LEDESMA <i>et al.</i> (2003)
CHARADRIIFORMES		
Charadriidae		
<i>Pluvialis dominica fulva</i>	78	BHUNYA & MOHANTY (1990)
Scolopacidae		
<i>Numenius arquata</i>	78	
CAPRIMULGIFORMES		
Caprimulgidae		
<i>Caprimulgus rufus</i>	78	NIETO & GUNSKI (1998)
COLUMBIFORMES		
Podicipidae		
<i>Podiceps cristatus</i>	78	
Columbidae		
<i>Columba palumbus</i>	78	
PASSERIFORMES		
Tyrannidae		
<i>Elaenia parvirostris</i>	78	GUNSKI <i>et al.</i> (2000)
<i>Pitangus sulphuratus</i>	78	GUNSKI <i>et al.</i> (2000)
<i>Tyrannus savana</i>	78	GUNSKI <i>et al.</i> (2000)
<i>Tyrannus melancholicus</i>	78	GUNSKI <i>et al.</i> (2000)
<i>Knipolegus cyanirostris</i>	78	
Emberizidae		
<i>Charitospiza eucosma</i>	78	
<i>Haplospiza unicolor</i>	78	CARVALHO (1989)
<i>Sporophila lineola</i>	78	LUCCA (1974 a)
<i>Sporophila caerulescens</i>	78	CARVALHO (1989)
<i>Tiaris canora</i>	78	CHRISTIDIS (1986)
<i>Paroaria coronata</i>	78	CARVALHO (1989)
Motacillidae		
<i>Motacilla alba</i>	78	
<i>Motacilla flava</i>	78	
Fringillidae		
<i>Chloris chloris</i>	78	
Paridae		
<i>Parus major</i>	78	
Passeridae		
<i>Passer montanus</i>	78	
Coerebidae		
<i>Coereba flaveola</i>	78	
Cardinalidae		
<i>Pheucticus aureoventris</i>	78	LEDESMA <i>et al.</i> (2006)
Icteridae		
<i>Sturnella magna</i>	78	HOBART <i>et al.</i> (1982)

Thraupidae		
<i>Thraupis sayaca</i>	78	CARVALHO (1989)
<i>Thraupis palmarum</i>	78	
<i>Thraupis banariensis</i>	78	CARVALHO (1989)
<i>Tangara cayana</i>	78	
<i>Tangara preciosa</i>	78	CARVALHO (1989)
<i>Stephanophurus diadematus</i>	78	LUCCA (1974 b)
<i>Hemithraupis guira</i>	78	
<i>Ramphocelus carbo</i>	78	
	78	
GRUVIFORMES		
Rallidae		
<i>Gallinula chloropus</i>	78	

Citogeneticamente cada espécie possui um conjunto cromossômico típico (cariótipo) com morfologia e número de cromossomos característicos (THOMPSON; McINNIS & WILLARD, 1993).

Evolutivamente a classe aves teve origem a partir de alguns dinossauros que viveram nos períodos do Jurássico e Cretáceo há 200-150 milhões de anos. O *Archaeopteryx* é o fóssil mais antigo conhecido como parente das aves atuais (PIGOZZI & SOLARI, 2000).

O cariótipo ancestral das aves formou-se á 150 milhões de anos no Cretáceo e, por análises de publicações de cariótipo, biologia molecular, taxonomia e paleontologia de cerca de 800 espécies de aves, existem três pares de grupos de macrocromossomos conservados, o 1° e 2° submetacêntricos e o 3° acrocêntrico (RODIONOV, 1997). Por meio de mudanças na estrutura, composição e número de cromossomos, o genoma pode evoluir sofrendo ação de mecanismos como translocações, duplicações, inversões, fusões e fissões (ELLEGRÉN, 2010).

Cerca de 90% das aves apresentam o cromossomo 1 de morfologia metacêntrica e aproximadamente a mesma porcentagem com o cromossomo três sendo acrocêntrico (SHOFFNER, 1974 a). Aves com elevado número de microcromossomos, possuem os menores macrocromossomos principalmente telocêntricos (79,6%), já em aves com baixo número, os menores macrocromossomos são metacêntricos (50,0%) ou submetacêntricos (15,5%) (TEGELSTROM & RYTTMAN, 1981).

Além da própria descrição cariotípica, os estudos citogenéticos podem contribuir para uma melhor visão evolutiva e taxonômica das aves. No entanto, determinar exatamente o número diplóide dos cariótipos é difícil, pois os microcromossomos não se espalham com muita facilidade na metáfase (WALDRIGUES, 1981), sendo este o principal motivo da escassez de dados citogenéticos em aves, além do fato de que os cariótipos são compostos por

cromossomos muito pequenos, e de difícil caracterização morfológica e métrica e muitas vezes impossíveis de serem contados acuradamente (WALDRIGUES, 1981). CORREIA (2006) também menciona a dificuldade para obter boa descrição dos microcromossomos, já que em Passeriformes na maioria das vezes, se mostram indistinguíveis junto a outros cromossomos.

Para melhor compreender o grande número e a variação em tamanho dos cromossomos de aves, torna-se possível uma classificação em macro (fácil visualização) e microcromossomos (maioria provavelmente telocêntrica) (HAMMAR, 1966; GUNSKI *et al.*, 2000).

TEGELSTROM & RYTTMAN (1981); TEGELSTROM *et al.* (1983); DE LUCCA & ROCHA (1992 b) e RODIONOV (1996) definem o cariótipo das aves como altamente conservado, propondo um “cariótipo padrão” de 16 macrocromossomos e 64 microcromossomos, e um número diplóide igual a 80 cromossomos ($2n=80$). Em espécies com alto número de microcromossomos prevalecem os macrocromossomos monobraquiais ou acrocêntricos, contudo, a presença de um baixo número de microcromossomos prevalecem macrocromossomos bibraquiais, sugerindo um processo de evolução cariotípica que consiste em translocações entre macro e microcromossomos e fusões cêntricas entre estes (GUNSKI *et al.*, 2000).

Considera-se microcromossomo todo aquele cromossomo cuja longitude seja menor de $1\mu\text{m}$ (DE LUCCA & ROCHA, 1992 b).

Em aves, o mecanismo cromossômico de determinação do sexo é heterogamético para as fêmeas e homogamético para os machos (BEČAK *et al.*, 1964). A determinação sexual em aves é dita homogamética para os machos (cromossomos sexuais homólogos de mesmo tamanho e morfologia) e heterogamética para as fêmeas (cromossomos de diferente tamanho e morfologia). Para representar os cromossomos sexuais utilizam-se os símbolos ZZ (para machos) e ZW (para fêmeas).

SCHMID (1962) descreve o cromossomo sexual W, no sexo heterogamético em *Gallus domesticus* como mais submetacêntrico do que acrocêntrico, sendo depois confirmado por KRISHAN & SHOFFNER (1966), mas com tamanho variando entre o 9° e 10° par.

Segundo HAMMAR (1966, 1970) e HAMMAR & HERLIN (1975), o cromossomo Z das aves é relatado como o 4° ou 5° no tamanho e metacêntrico ou submetacêntrico.

Muitos trabalhos mostram que existe uniformidade cariotípica entres as aves em relação ao conteúdo de DNA (ATKIN *et al.*, 1965; BACHMANN *et al.*, 1972; COMINGS & MATTOCCIA, 1972), ao número diplóide de cromossomos (80% das espécies analisadas possuem de 76 a 84 cromossomos somáticos) e a presença de microcromossomos (BLOOM, 1969; OHNO *et al.*, 1964 b; RAY-CHAUDHURI, 1973; SRB, 1974; SHOFNER, 1974 b, 1977; WITSCHI, 1959).

Atualmente cerca de 600 espécies de aves foram cariotipadas (SHIELDS, 1987), as quais se somam aos dados de trabalhos de BIAN *et al.* (1988) e MITTAL & SHARMA (1989), resultando em 700 espécies estudadas citogeneticamente até o fim da década de 80. O número de espécies de aves analisadas cariotipicamente em relação ao número total de espécies é bastante baixo comparado a outros grupos de vertebrados.

A ordem Passeriformes contém o maior número de espécies cariotipadas e, no Brasil apenas cerca de 52 espécies foram estudadas citogeneticamente. Além disso, técnicas de bandeamento cromossômico (C, G ou NOR) foram aplicadas a um número ainda mais reduzido de espécies (CARVALHO, 1989).

A análise citogenética, como determinação das características cromossômicas, contribui para estabelecer as relações taxonômicas e evolutivas entre os distintos grupos, é de grande utilidade para se entender o papel que os rearranjos cromossômicos têm na especiação, para demonstrar as relações que existem entre as alterações cromossômicas e as variações do fenótipo, e permite analisar o mecanismo de determinação do sexo e o processo de diferenciação dos cromossomos sexuais (LEDESMA *et al.*, 2003).

Além disso, a citogenética auxilia na identificação e caracterização das espécies consideradas crípticas, ajudando na distinção sexual de machos e fêmeas crípticos ou em dúvidas acerca da inclusão de uma espécie em um determinado táxon (DE LUCCA & ROCHA, 1992 c).

Estudos citogenéticos servem como ferramentas, contribuindo para uma melhor visão evolutiva e taxonômica, principalmente quando evidências cariotípicas forem acumuladas, fornecendo informações taxonômicas úteis para que se possa interpretar as relações filogenéticas das espécies (WALDRIGUES, 1982 b).

1.3. Família *Pipridae*

Piprídeos encontram-se na região da América Central (norte do México), ao norte da Argentina e na Amazônia brasileira, regiões estas consideradas neotropicais (Fig. 1). São pequenas aves de diversidade taxonômica representadas por aproximadamente 50 espécies, dependendo da classificação adotada (SNOW, 2004).

São caracterizados como aves frugívoras de sub-bosque e conhecidas principalmente pelo sistema de leques poligínicos (SICK, 1967; SNOW, 1963). PRUM em sua revisão de 1997 do trabalho de ANDERSON (1994) observou diversidade morfológica entre as espécies de piprídeos, até mesmo entre as proximamente aparentadas, o que se atribui aos mecanismos de seleção sexual por preferência das fêmeas.

A família *Pipridae* faz parte da ordem Passeriformes, subordem Tyrannida (WETMORE & MILLER, 1926) e, compreende três subfamílias: *Pygarrhichinae* (WOLTERS, 1977); *Furnariinae* (GRAY, 1840) e, *Synallaxinae* (DE SELYS – LONGCHAMPS, 1839) (<http://www.wikiaves.com.br/passeriformes>). Apresenta forte pressão de seleção sexual, fator que pode explicar a causa do dimorfismo sexual na grande maioria das espécies, onde os machos apresentam características marcantes, como plumagens de cores vibrantes e as fêmeas com uma plumagem esverdeada (SNOW, 1963; PRUM, 1990; SNOW, 2004). Os comportamentos de corte exibidos por machos de piprídeos em leques representam uma das características mais marcantes da família (DARWIN, 1871; SNOW, 1963; SICK, 1967).

Quanto à sistemática desta família, há estudos complementares que apresentam relações filogenéticas nem sempre congruentes e, que não trazem representações de todos os táxons (PRUM, 1990, 1992; RÊGO *et al.*, 2007).

Pipra fasciicauda (Fig. 2) apresenta 10 cm de comprimento. O macho possui no alto de sua cabeça, nuca e dorso uma coloração vermelho-brilhante, com tons de amarelo e o restante das partes superiores na cor preta, seu ventre é de coloração amarelo-avermelhado; a fêmea tem coloração mais discreta, sendo esta verde oliva, mais opaca nas partes inferiores, com a barriga de coloração amarelada. Alimenta-se basicamente de pequenos frutos. No período reprodutivo, os machos se exibem para as fêmeas numa série de repetições de movimentos característicos. Seus hábitos de vida são determinados em florestas de várzea periodicamente inundadas,

florestas de galeria e florestas adjacentes, matas de terra firme e matas secas (<http://www.wikiaves.com.br/pipridae>).

Piprídeos são de amplas distribuições geográficas e densidades populacionais elevadas (RIDGELY & TUDOR, 1994; SNOW, 2004). Distribuem-se por cerca de dois terços da região Neotropical, onde atingem maior diversidade na região Amazônica (ANCIÃES & PETERSON, 2006).

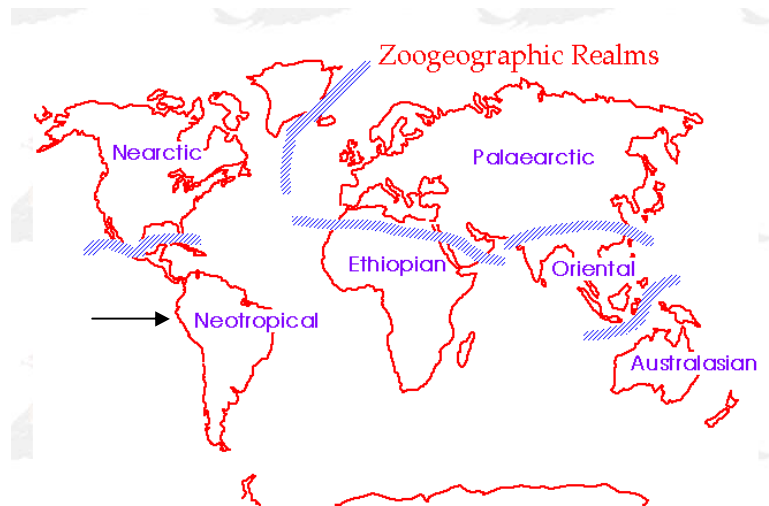


Fig. 1: A origem dos reinos zoogeográficos (WALLACE, 1876).

Fonte: <http://people.eku.edu/ritchisong/birdbiogeography1.htm>

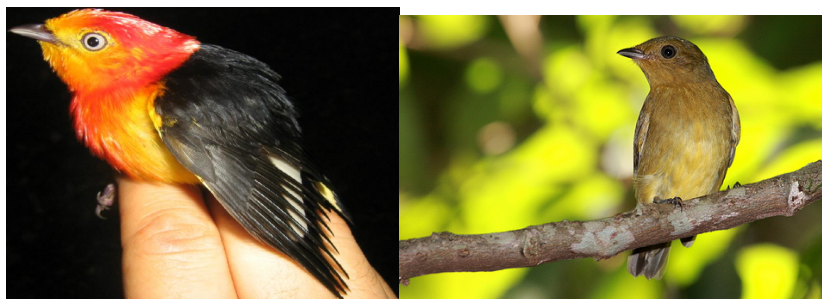


Fig. 2: *Pipra fasciicauda*. À esquerda, imagem de um indivíduo macho, com a plumagem mais vistosa (vermelho-brilhante, vermelho amarelado e, preto); á direita, imagem de uma fêmea com plumagem de coloração mais discreta (verde oliva, opaca nas partes inferiores).

Fonte: Alexandre Camargo Azevedo e Galeria de Demis Bucci (<http://www.treknature.com/members/alexandreaz/photos/>, <http://www.flickr.com/photos/demisbucci/>).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

- Contribuir para o conhecimento citogenético;
- Fornecer características acerca dos cromossomos de *Pipra fasciicauda* para estudos de taxonomia na Ordem Passeriformes.

2.2. Objetivos específicos

- Descrever cariotipicamente a espécie *Pipra fasciicauda* como primeiro registro para a família *Pipridae*;
- Realizar a biometria dos macrocromossomos, e a partir deste construir o ideograma da espécie.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Coleta e Amostras

Foram coletados três indivíduos da espécie *Pipra fasciicauda* pertencente à família *Pipridae*, de acordo com SICK (1997), na Fazenda Gruta da Serra em Pinherópolis distrito de Porto Nacional – Tocantins, localizada a 22L-0775494/8810050-UTM. As coletas foram autorizadas pelo IBAMA, órgão ambiental responsável sob as licenças nº 011/2004 e 191/2006 – CGFAU, processo 02029.001756/2004-15. Todos os indivíduos foram pesados com aproximadamente 15 gramas cada espécime, e identificado o sexo, sendo dois machos e uma fêmea. Com a ave ainda viva, realizou-se uma prévia identificação fazendo uso do guia taxonômico SOUZA (2004), logo, os espécimes foram identificados, corroborando à feita a campo, e taxidermizados pelo professor Dr. José Hidasí sendo depositados no Museu de Zoologia da cidade de Porto Nacional, TO.

Para capturar os indivíduos, foram utilizadas redes de neblina (Fig. 3), as quais foram abertas em horários alternados das 6:00 às 11:30 h e das 17:00 às 19:00 h (períodos de maior atividade das aves). A área de coleta apresentava vegetação do bioma cerrado: campo-cerrado, mata ciliar, cerrado *sensu stricto* e cerradão.



Fig. 3: Rede de neblina aberta para a captura das aves e após amostragem de cada espécime.

Fonte: Ricardo José Gunski 2005

As amostras citogenéticas foram obtidas a partir da técnica de cultura de curta duração de medula óssea segundo GARNERO & GUNSKI (2000) com modificações. Para essa técnica, é preciso utilizar células em divisão de áreas hematopoiéticas de ossos longos, sua vantagem é de ser uma técnica rápida e direta e, os equipamentos necessários para realizá-la são facilmente adaptados às condições de trabalho no campo. Porém é necessário sacrificar o animal para que se possam extrair os ossos de seus membros inferiores como segue o protocolo descrito abaixo:

- Com auxílio de uma tesoura, limpar os ossos de maneira a remover os músculos, deixando o fêmur exposto e eliminando as epífises.
- Extrair a medula utilizando uma seringa estéril e um pouco de Hank's (meio de cultura), logo, esmagar o material em uma placa de Petri com 10 ml de Hank's e 0,1 ml de colchicina 0,05%.
- Em frascos de cultura ou em tubos de centrifuga, incubar o material a 37° C por 1 hora. Após, centrifugar a 800 rpm durante 10 minutos e desprezar o sobrenadante.
- Adicionar 10 ml de KCl 0,075M, suspendendo o material e incubar a 37°C por 30 minutos. Transcorrido este tempo, acrescentar 3 a 5 gotas de fixador Farmer 3:1 (metanol: ácido acético), homogeneizar e centrifugar por 10 minutos a 800 rpm e após, desprezar o sobrenadante.
- Completar com 10 ml de solução fixadora (metanol, acético 3:1). Centrifugar a 800 rpm por 10 minutos, desprezar o sobrenadante e, repetir esta lavagem com solução fixadora mais duas vezes.
- Pingar uma ou duas gotas da preparação em uma lâmina limpa, deixar secar á temperatura ambiente.

3.2. Coloração convencional

Para a análise cromossômica numérica e morfológica, realizou-se a técnica de coloração convencional segundo GUERRA (2002) de lâminas previamente pingadas. As lâminas foram coradas durante 10 minutos com uma solução de Giemsa a 5% em tampão fosfato pH 6,8 (0,272 gramas de KH₂PO₄ em 200 ml de água destilada + 0,284 gramas de Na₂PO₄ em 200 ml de água destilada).

O material foi observado em microscópio Olympus CX31 com aumento até 1.000 X. Para realizar a contagem dos cromossomos e a cariólogia foram analisadas as 10 melhores metáfases, sendo estas fotografadas por uma Câmera Digital KODAK EASYSHARE M530 e, digitalizadas no programa Corel PHOTO- PAINT X5 e impressas em impressora jato de tinta em papel fotográfico (Filipaper, INKJET A4) escolhendo-se as melhores metáfases para montagem do cariótipo de acordo com GUERRA (1986).

3.3. Análise Biométrica

Foram escolhidas as 10 melhores fotos para a análise biométrica do complemento cromossômico de *Pipra fasciicauda*. A biometria cromossômica foi realizada com o programa Micro Measure 3.3, onde os valores são gerados numa planilha do software Excel.

Através dessa análise, obtiveram-se valores da razão entre os braços (r) e o índice centromérico (ic). A razão entre braços, braço longo (l) e braço curto (c), define a posição do centrômero ($r = l/c$). Para o índice centromérico, $ic = c \times 100 / c+l$, como na fórmula descrita aqui, divide-se o tamanho do braço curto multiplicado por 100 pelo comprimento total do cromossomo. Os cromossomos foram classificados de acordo com o índice centromérico segundo o método proposto por GUERRA (1986) (Fig. 4).

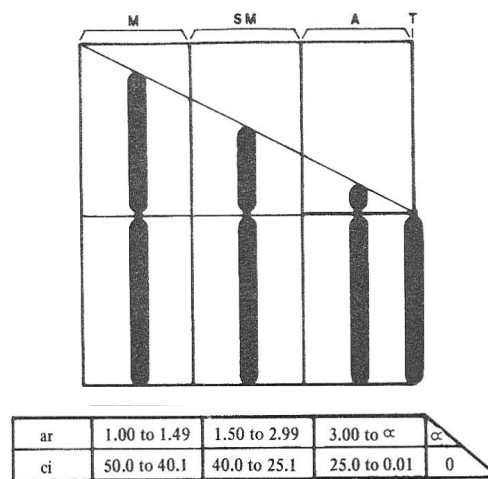


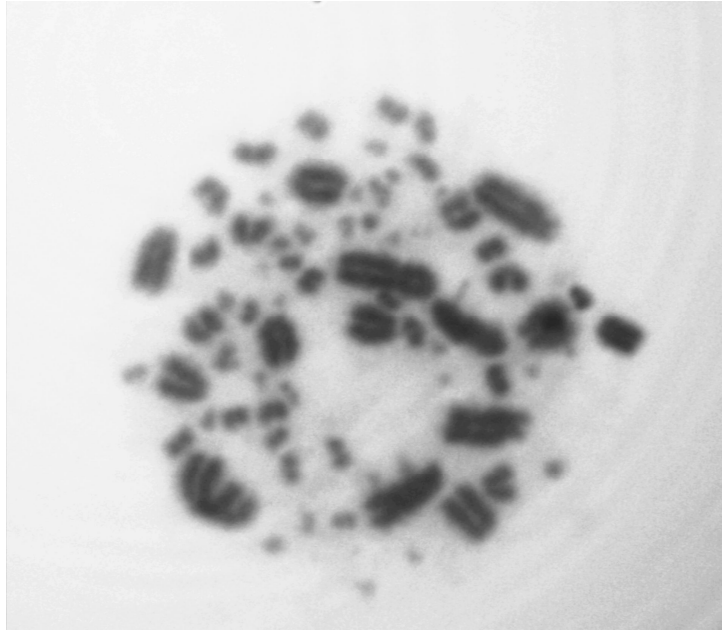
Fig. 4: Valores limite para cada tipo de morfologia cromossômica. M, metacêntricos; SM, submetacêntricos; A, acrocêntricos T, telocêntricos; a.r., razão entre os braços, i.c. índice centromérico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cariótipo se caracteriza pelo número, tamanho e forma dos cromossomos, sendo uma característica única, um padrão para cada espécie. Este trabalho descreve pela primeira vez a morfologia do complemento cromossômico de *Pipra fasciicauda*, podendo-se identificar seu número diplóide como sendo igual a 78 cromossomos ($2n=78$) (Fig. 5 a, b). A morfologia dos primeiros 12 macrocromossomos mostra-se da seguinte maneira: 1° par submetacêntrico (sm); 2°, 3°, 4° e 5° com morfologia acrocêntrica (a); 6°, 7°, 8°, 10°, 11° e 12° telocêntricos (t) (Tab. 2). Observa-se a presença dos cinco primeiros pares como cromossomos bbraquiais.

A espécie possui seus primeiros macrocromossomos do 2° ao 5° par, identificados como acrocêntricos e seus menores macrocromossomos aqui descritos, do 6° ao 12° par, são de morfologia telocêntrica, o que se pode sugerir, é que fissões cêntricas poderiam ter acontecido envolvendo esses pares nesse evento citogenético, supondo o baixo valor do comprimento relativo de tais cromossomos.

a



b

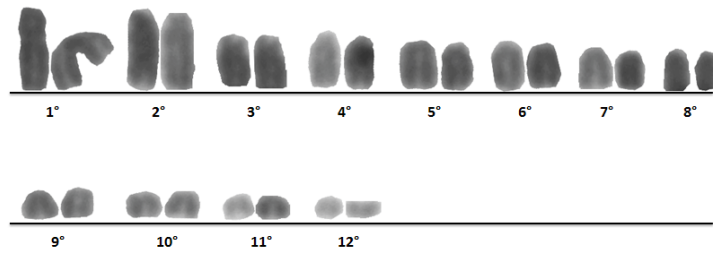


Fig. 5. a, b) Metáfase e cariótipo parcial dos primeiros 12 macrocromossomos de *Pipra fasciicauda*.

Tab. 2: Biometria dos 12 primeiros pares de macrocromossomos na espécie *Pipra fasciicauda* (braço longo (l), braço curto (c) e índice centromérico (ic)).

Cromossomo N°	l	c	ic	Morfologia
1	9,50	2,68	0,30	sm
2	7,23	1,61	0,23	a
3	6,14	1,15	0,18	a
4	4,40	0,80	0,17	a
5	3,92	0,47	0,10	a
6	3,66	0,00	0,00	t
7	2,78	0,00	0,00	t
8	2,08	0,00	0,00	t
9	1,71	0,00	0,00	t
10	1,63	0,00	0,00	t
11	1,35	0,00	0,00	t
12	1,12	0,00	0,00	t

sm = submetacêntrico; a = acrocêntrico; t = telocêntrico

Como resultado da biometria observa-se com mais clareza que os cinco primeiros pares apresentam morfologia bbraquial e os restantes pares cromossômicos são telocêntricos (Fig. 6).

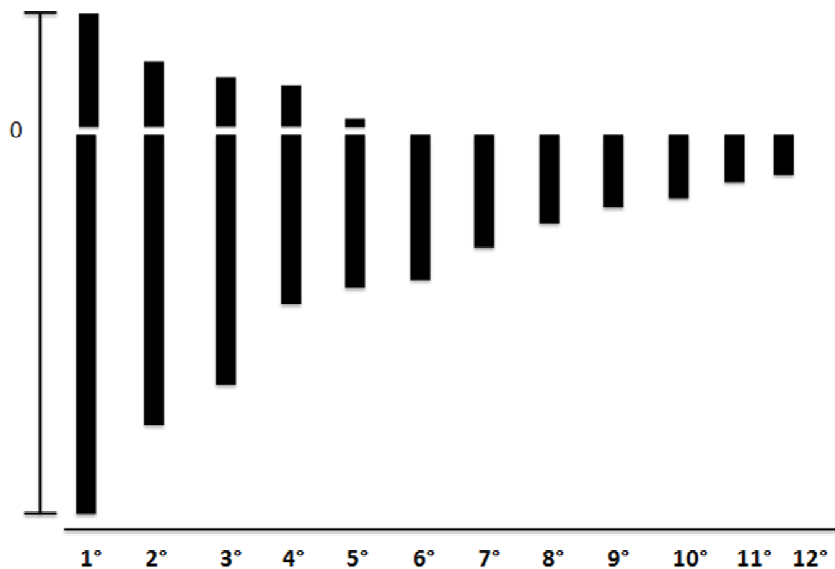


Fig. 6: Ideograma parcial dos 12 primeiros macrocromossomos do complemento cromossômico de *Pipra fasciicauda*. Abaixo estão os pares cromossômicos e a esquerda o zero indica a posição do centrômero.

Em Passeriformes, e como em toda a classe Aves, os microcromossomos são de pequeno tamanho impossibilitando sua descrição morfológica e biométrica, com isso, a maioria dos microcromossomos é identificada com morfologia acro e telocêntrica.

As técnicas de coloração diferencial (bandeamento C, G e NOR's) não deram resultados positivos, portanto não foi possível identificar os cromossomos sexuais, Z e W, nem a sua morfologia. Entretanto, essas técnicas serão realizadas novamente para obter os dados de sua morfologia e seus padrões de bandeamento.

O número diplóide ($2n=78$) dessa espécie está abaixo do sugerido por TEGELSTROM *et al.* (1983), LUCCA & ROCHA (1992 b) e RODIONOV (1996) ($2n=80$) para grupo das aves, logo encontram-se 12 pares de macrocromossomos, quatro a seis pares a mais do valor sugerido por estes autores, e por conseguinte o número de microcromossomos é menor. Rearranjos estruturais, como fusões ou fissões cêntricas entre macro e microcromossomos, poderiam ter sido a causa da redução do complemento cromossômico diplóide dentro dessa espécie.

Esta é a primeira descrição cariotípica do complemento cromossômico de *Pipra fasciicauda*, e mostra que o 1° (submetacêntrico) e 3° (acrocêntrico) pares possuem a morfologia conservada em relação ao cariótipo ancestral, como mencionado por RODIONOV (1997) dentre os três primeiros pares, apenas o 2° par não corresponde à essa característica, por ser identificado com morfologia acrocêntrica. Contudo, a morfologia do 1° par em *Pipra fasciicauda* não condiz com os dados cariotípicos de SHOFFNER (1974 a), apenas o 3° par está de acordo com a porcentagem de espécies (aproximadamente 90%) que possuem um cromossomo acrocêntrico como o de número 3.

A conservação das características morfológicas dos cariótipos de espécies atuais com o cariótipo de espécies ancestrais sugere que a homologia cariotípica se estendeu por um longo período de tempo. As evidências cariotípicas acumuladas nos fornecem informações citotaxonômicas para interpretar se existem ou não relações filogenéticas entre as espécies.

Os dados obtidos neste trabalho não estão de acordo com os dados sugeridos por LUCCA & ROCHA (1992 a), que mencionam uma semelhança cariotípica para a ordem Passeriformes com o número diplóide de 80 cromossomos e, morfologia principalmente subtelo-cêntrica. *Pipra fasciicauda* possui um par de cromossomos a menos do que o mencionado pelos autores acima e, a morfologia é

principalmente telocêntrica. No entanto, *Pipra fasciicauda* é uma espécie de complemento cromossômico conservado, pois seu número diplóide está entre $2n=76$ e $2n=80$, dado este sugerido por ELLEGREN (2010).

Como é de conhecimento da comunidade científica, o Brasil é um dos países com a maior diversidade de espécies de aves e, este trabalho é uma contribuição para o conhecimento citogenético dessa diversidade.

A ordem Passeriformes representa uma das ordens com maior número de espécies de aves e, com maior número de dados citogenéticos em relação às outras ordens, no entanto, esse conhecimento ainda é pouco para compreender sua evolução e de suas linhagens.

Existe um cariótipo padrão para a Classe Aves, mas cada espécie possui características cromossômicas únicas, morfologia e número cromossômicos específicos, tais características são de fundamental importância para futuras análises sistemáticas e evolutivas.

Os menores macrocromossomos são telocêntricos (6° ao 12° par) como mencionados por TEGELSTROM & RYTTMAN (1981). O 2°, 3°, 4° e 5° pares, por serem acrocêntricos não estão de acordo com GUNSKI *et al.* (2000), para a classificação de bibraquiais, em que o autor menciona cromossomos acrocêntricos como monobraquiais.

As espécies de piprídeos são conhecidas por apresentar diversidade morfológica, como menciona SICK (1967) e SNOW (1963 a), por isso é importante obter dados citogenéticos dessas espécies, para tentar entender através das características do cariótipo, quais os possíveis eventos que ocorreram ou não no complemento cromossômico que resultou em tal diversidade morfológica, a qual é atribuída aos mecanismos de seleção sexual por preferências das fêmeas resultando em dimorfismo sexual.

Como este trabalho apresenta pela primeira vez a descrição cariotípica da espécie *Pipra fasciicauda*, esses dados estarão disponíveis aos citotaxonomistas como ferramenta para melhor entender a relação filogenética e as tendências evolutivas dentro e entre diferentes grupos taxonômicos.

Analisando a similaridade cariotípica por porcentagem entre 22 espécies de Passeriformes observa-se que a maioria destas, possui o 1° par cromossômico de morfologia submetacêntrica; o 2°, 3°, 4° e 5° pares de morfologia acrocêntrica; e o 6° e 7° pares de morfologia telocêntrica (Tab. 3; Fig. 7).

Existem pequenas variações no tamanho dos cromossomos das aves, mas é possível observar uma alta homeologia cromossômica nos primeiros sete pares (Fig. 7).

A similaridade do 1º par é superior a 70% para submetacêntrico, sendo apenas 18% metacêntrico, dado cariotípico de acordo com RODIONOV (1997) que menciona a morfologia submetacêntrica para o 1º par do cariótipo ancestral das aves. No entanto, para a similaridade do 2º par pode-se observar que é superior a 60% para a morfologia acrocêntrica, lembrando que no cariótipo ancestral, o 2º par foi sugerido como submetacêntrico, logo, podemos supor que este par cromossômico não se manteve conservado, ou seja, devido o longo período de evolução, pode ter sofrido eventos citogenéticos mediados pelo mecanismo de fissão cêntrica.

O 3º par apresenta uma porcentagem superior a 70% para a morfologia acrocêntrica, que mostra que esse par manteve-se conservado, assim como o 1º, durante a evolução do cariótipo. Para o 4º e 5º pares a similaridade cariotípica mostrou ser maior que 40% para morfologia acrocêntrica entre as espécies analisadas. Por fim, para o 6º e 7º pares, valores significativos são observados para morfologia telocêntrica, sendo superior a 50%.

Tab. 3. Morfologia dos 12 primeiros macrocromossomos em algumas espécies da ordem Passeriformes para análise cariotípica comparativa com *Pipra fasciicauda*.

Espécie	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
<i>Pipra fasciicauda</i>	sm	a	a	a	a	t	t
<i>Parus major</i>	m	t	sm	st	st	st	st
<i>Tangara cayana</i>	sm	a	a	sm	t	t	t
<i>Pheucticus aureoventris</i>	sm	st	st	t	st	t	t
<i>Hemithraupis guira</i>	sm	a	a	a	t	t	t
<i>Ramphocelus carbo</i>	sm	a	a	a	t	t	t
<i>Sturnella magna</i>	a	a	a	sm	a	t	t
<i>Charitospiza eucosma</i>	sm	m	a	a	sm	t	t
<i>Haplospiza unicolor</i>	sm	a	a	a	a	a	a
<i>Sporophila lineola</i>	sm	a	a	sm	a	a	a
<i>Sporophila caerulescens</i>	sm	a	a	a	a	a	t
<i>Tiaris canora</i>	sm	a	a	a	a	t	t
<i>Paroaria coronata</i>	sm	a	a	a	a	a	a
<i>Tangara cayana</i>	sm	a	a	sm	t	t	t
<i>Thraupis palmarum</i>	sm	sm	a	a	a	t	t
<i>Thraupis sayaca</i>	sm	a	a	sm	t	t	sm
<i>Thraupis banariensis</i>	sm	a	a	a	a	a	a
<i>Stephanophurus diadematus</i>	m	t	t	t	t	m	t
<i>Motacilla alba</i>	m	st	st	sm	sm	t	t
<i>Motacilla flava</i>	sm	sm	sm	st	sm	st	st
<i>Passer montanus</i>	m	st	sm	m	sm	sm	st
<i>Coereba flaveola</i>	sm	a	a	a	a	t	t

m = metacêntrico; sm = submetacêntrico; a = acrocêntrico e, t = telocêntrico

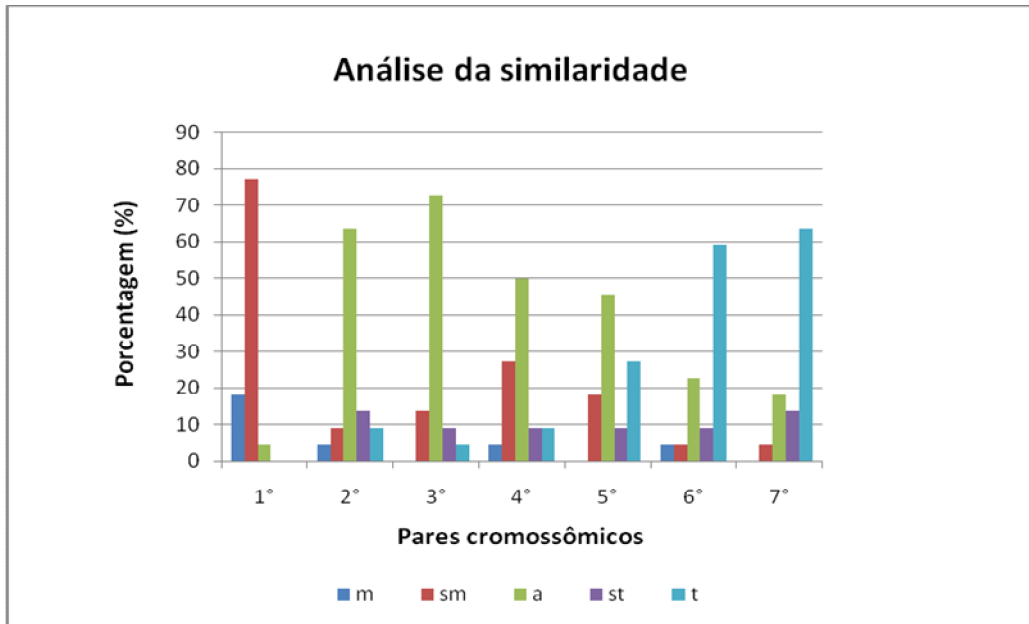


Fig. 7: Análise da similaridade cariotípica de *Pipra fasciicauda* com algumas outras espécies de mesmo número diplóide na ordem Passeriformes (m = metacêntrico; sm = submetacêntrico; a = acrocêntrico; st = subtelocêntrico; t = telocêntrico).

Este trabalho oferece a primeira descrição cariotípica da espécie, seu primeiro ideograma e uma análise de similaridade entre algumas espécies da ordem Passeriformes. Estes resultados servem como ferramenta para auxiliar a resolver questões taxonômicas dentro da ordem e com outras dentro da classe e, assim poder contribuir para o conhecimento citogenético e evolutivo da diversidade da avifauna.

5. CONCLUSÕES

O número diplóide de *Pipra fasciicauda* identificado é de 78 cromossomos ($2n=78$); os 12 primeiros macrocromossomos de seu complemento cromossômico foram identificados como: 1° par submetacêntrico; 2°, 3°, 4° e 5° acrocêntricos e, 6°, 7°, 8°, 9°, 10°, 11° e 12° telocêntricos.

O cariótipo ancestral apresenta um grupo de macrocromossomos, os três primeiros pares com morfologia conservada, sendo o 1° e 2° pares de morfologia submetacêntrica e o 3° acrocêntrico. Em *Pipra fasciicauda* pode-se observar que somente o 1° (submetacêntrico) e 3° (acrocêntrico) pares possuem a morfologia conservada em relação ao cariótipo ancestral, assim como o restante das espécies em que a maior parte possui para estes pares a mesma morfologia.

Em seu complemento cromossômico, os primeiros macrocromossomos do 2° ao 5° par, são acrocêntricos e seus menores macrocromossomos, do 6° ao 12° par, são de morfologia telocêntrica, sugerindo que eventos citogenéticos, como fissões cêntricas poderiam ter acontecido envolvendo esses pares, o que poderia explicar o baixo valor do comprimento relativo de tais cromossomos.

Na análise comparativa da morfologia entre as 22 espécies da ordem Passeriformes, observa-se que a maioria possui no complemento cromossômico o 1° par com morfologia submetacêntrica; para o 2°, 3°, 4° e 5° pares morfologia acrocêntrica; e por fim, para o 6° e 7° pares morfologia telocêntrica.

Por meio deste e outros estudos citogenéticos da Classe Aves, pode-se contribuir para um estudo taxonômico, melhorando assim, a compreensão da visão evolutiva nessa Classe e, essas informações taxonômicas são de importância fundamental, pois servem como ferramenta para interpretar as relações filogenéticas entre as espécies.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANCIÃES, M. & PETERSON, A. T. (2006). **Climate change effects on Neotropical manakin diversity based on ecological niche modeling.** *Condor*, 108: 778-791 *apud* ANCIÃES, M.; DURÃES, R. R.; CERQUEIRA, M. C.; FORTUNA, J. R.; SOHN, N.; COHN-HAFT, M. & FARIAS, I. P. (2009). **Diversidade de piprídeos (Aves: Pipridae) Amazônicos: seleção sexual, ecologia e evolução.** *Oecol. Bras.*, 13 (1): 165-182.

ANDERSON, M. (1994). **Sexual selection.** Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 599p *apud* ANCIÃES, M.; DURÃES, R. R.; CERQUEIRA, M. C.; FORTUNA, J. R.; SOHN, N.; COHN-HAFT, M. & FARIAS, I. P. (2009). **Diversidade de piprídeos (Aves: Pipridae) Amazônicos: seleção sexual, ecologia e evolução.** *Oecol. Bras.* 13 (1): 165-182.

ATKIN, N. B.; MATTINSON, G.; BEÇAK, W.; OHNO, S. (1965). **The comparative DNA contents of 19 species of placental mammals, reptiles and birds.** *Chromosome 17*: 1-10 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos.** *Semina* 9 (3): 5-10.

BACHMANN, K.; HARRINGTON, B.A.; CRAIG, V.P. (1972). **Genome size in birds.** *Chromosoma 37*: 405-516 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos.** *Semina* 9 (3): 5-10.

BEÇAK, E.; BEÇAK, M. L.; MARGARETH, H. R. S.; OHNO, S. (1964). **Close karyotypic kinship between reptilian suborder Serpentes and the class Aves.** *Chromosoma*, 15: 606-617 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos cromossomos.** *Semina* 9 (3): 5-10.

BIAN, X.; LI Q. & ZHANG, H. (1988). **Chromosome Atlas of Birds.** ISBN 7-5611-0085-/Q.6 *apud* GUNSKI, R. J.; GABANNE, G. S.; LEDESMA, M. A.; GARNERO, A. del V. (2000). **Análisis cariotípico de siete especies de Tiranidos (Tyrannidae).** *Hornero* 15: 103-109.

BHUNYA, S. P. & MOHANTY, M. K. (1990). **Chromosome evolution in two families of Charadriiform birds.** *Caryologia* 43:79-85.

BLOOM, S. E. (1969). **A current of chromosome numbers and variations for species of the avian subclass Carinatae.** *J. Hered.* 60: 217-220 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos.** *Semina* 9 (3): 5-10.

CARVALHO, M. W. (1989). **Estudos Citogenéticos na Família Fingillidae (Passeriformes: Aves).** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal de Rio Grande do Sul *apud* LEDESMA, M. A.; MARTÍNEZ, P. A.; CALDERÓN, P. S.; BOERIS, J. M.; MERILES, J. M. (2006). **Descrição do cariótipo**

e padrões de bandas C e NOR em *Pheucticus aureoventris* (Emberizidae, Cardinalinae). *Revista Brasileira de Ornitologia* 14 (1) 59-62.

COMINGS, D. E. & MATTOCCIA, E. (1972). DNA of mammalian and avian heterochromatin. *Exp. Cell. Res.* 71: 113-131 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos. *Semina* 9 (3): 5-10.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO) (2009). **Lista das aves do Brasil**. 8ª Edição.

CORREIA, V. C. DE S. (2006). **Análise citogenética da família Emberizidae (Aves: Passeriformes) na região central de Tocantins**. Monografia apresentada á coordenação do Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado) da Universidade Federal do Tocantins.

CHRISTIDIS, L. (1986). **Chromosomal Evolution in Finches and Their Allies (families: Ploceidae, Fringillidae, and Emberizidae)**. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*. Ottawa, v. 28, p. 762-769.

DARWIN, C. (1871). **The descent of man and selection in relation to sex**. Murray, London. 475p *apud* ANCIÃES, M.; DURÃES, R. R.; CERQUEIRA, M. C.; FORTUNA, J. R.; SOHN, N.; COHN-HAFT, M. & FARIAS, I. P. (2009). **Diversidade de piprídeos (Aves: Pipridae) Amazônicos: seleção sexual, ecologia e evolução**. *Oecol. Bras.*, 13 (1): 165-182.

DE LUCCA, E. J. (1974 a). **Cariótipos de 8 Espécies de Aves**. *Revista Brasileira de Biologia*, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 387-92.

DE LUCCA, E. J. (1974 b). **Cariótipos de 14 Espécies de Aves das Ordens Cuculiformes, Galliformes, Passeriformes e Tinamiformes**. *Revista Brasileira de Pesquisa Médica e Biológica*, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 253-263.

DE LUCCA E. J. & ROCHA G. T (1992 a). **Citogenética de aves**. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi, Sér. Zool.*8: 33-68 *apud* CORREIA, V. C. de S. (2006). **Análise citogenética da família Emberizidae (Aves: Passeriformes) na região central de Tocantins**. Monografia apresentada á coordenação do Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado) da Universidade Federal do Tocantins.

DE LUCCA, E. J. & ROCHA, G. T. (1992 b). **Citogenética de Aves**. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi, Sér. Zool.* 8: 33-68 *apud* LEDESMA, M. A.; GARNERO, A. del V.; GUNSKI, R. J. (2003 a). **Descripción y Comparación Cariotípica de *Crax fasciolata* y *Penelope obscura* (Aves: Cracidae)**. *Boletín de Eliucn/ Birdlife/ WPA Grupo Especialistas en Cracidos*. Vol. 17 (Sept.).

DE LUCCA E. J. & ROCHA G. T (1992 c). **Citogenética de aves**. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi, Sér. Zool.*8: 33-68 *apud* LEDESMA, M. A.; FREITAS, T.

R. O.; DA SILVA, J.; DA SILVA, F.; GUNSKI, R. J. (2003). **Descripción cariotípica de *Spheniscus magellanicus* (Spheniscidae)**. *Hornero* 18(1):61-64.

ELLEGREN, H. (2010). **Evolutionary stasis: the stable chromosomes of birds**. *Trends in Ecology and Evolution* Vol.25, No.5, p. 283-291.

GARNERO, A. V. & GUNSKI, R. J. (2000). **Comparative analysis of the karyotypes of *Nothura maculosa* and *Rynchotus rufescens* (Aves: Tinamidae). A case of chromosomal polymorphism**. *The nucleus*, 43 (1,2): 64-70.

GARNERO, A. DEL. V; LEDESMA, M. A.& GUNSKI,R. J. (2006). **Alta homeologia cariotípica na família Tinamidae (Aves: Tinamiformes)**. *Rev. Bras. de Ornitol.* 14: 53-58.

GAVANDAN, P., GAVANDAN, N. & POMRIASKINSKI-KOBOZIEFF, N. (1937). **Sur l'influence de la conchicine sur la caryocinèse dans les méristèmes de *Allium cepa***. *C. R. Soc. Biol.* 125: 705-707 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves I. Cariologia de aves e o desenvolvimento da citogenética**. *Semina* 8 (2): 179-181.

GIANNONI, M. L.; DUARTE, J. M. B.; MORO, M. E. G.& BOER, J. (1991). **Cytogenetic research in wild animals at FCAVJ, Brazil. II. Birds**. *Genet. Sel. Evol.* 23:123-125.

GUERRA, M. (1986). **Reviewing the chromosome nomenclature of Levan *et al.*** *Rev Bras Genet* 9: 741-743.

GUERRA, M.; SOUZA, M. J. (2002). **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. Ed. FUNPEC. Ribeirão Preto, 191 p.

GUNSKI, R. J. (1992). **Análise citogenética da espécie *Rhea americana* (Aves: Rheidae)**. Tese de Mestrado em Zootecnia. FCAVJ – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil *apud* LEDESMA, M. A.; GARNERO, A. del V.; GUNSKI, R. J. (2003 a). **Descripción y Comparación Cariotípica de *Crax fasciolata* y *Penelope obscura* (Aves: Cracidae)**. *Boletín de Eliucn/ Birdlife/ WPA Grupo Especialistas en Cracidos*. Vol. 17 (Sept.).

GUNSKI, R. J.; GABANNE, G. S.; LEDESMA, M. A.; GARNERO, A. del V. (2000). **Análisis cariotípico de siete especies de Tiranidos (*Tyrannidae*)**. *Hornero* 15: 103-109.

GUYER, F. M. (1902) *apud* DE LUCCA, E. J. & ROCHA, G. T. (1992). **Citogenética de Aves**. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi, Sér. Zool.* 8: 33-68 *apud* LEDESMA, M. A.; GARNERO, A. del V.; GUNSKI, R. J. (2003 a). **Descripción y Comparación Cariotípica de *Crax fasciolata* y *Penelope obscura* (Aves:**

Cracidae). *Boletín de Eliucn/ Birdlife/ WPA Grupo Especialistas en Cracidos*. Vol. 17 (Sept.).

HAMMAR, B. (1966). **The karyotypes of nine birds**. *Hereditas* 55-23.

HAMMAR, B. (1970). **The karyotypes of thirty-one birds**. *Hereditas* 65: 29-58.

HAMMAR, B. & HERLIN, M. (1975). **Karyotype of four bird species of the Order Passeriformes**. *Hereditas* 80: 177-184

HOBART, H. H.; GUNN, S. J.; BICKHAM, J. W. (1982). **Karyotypes of six species of North American blackbirds (Icteridae: Passeriformes)**. *The Auk* 99 (3): 514-518.

HSU, T. C. (1952). **Mammalian chromosome "in vitro". I. The karyotype of man**. *J. Hereditas*, 43: 167-172 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves I. Cariologia de aves e o desenvolvimento da citogenética**. *Semina* 8 (2): 179-181.

<http://www.wikiaves.com.br/passeriformes> Acesso em 25 de abril de 2011.

<http://www.wikiaves.com.br/pipridae> Acesso em 25 de abril de 2011.

<http://people.eku.edu/ritchisong/birdbiogeography1.htm> Acesso em 24 de maio de 2011.

<http://www.treknature.com/members/alexandreaz/photos/> Acesso em 25 de abril de 2011.

<http://www.flickr.com/photos/demisbucci> Acesso em 25 de abril de 2011.

KRISHAN, A. & SHOFFNER, R. N. (1966). **Sex chromosomes in the domestic fowl (*Gallus domesticus*), turkey (*Meleagris gallopavo*) and Chinese pheasant (*Phasianus colchicus*)**. *Cytogenetics* 5: 53-63 *apud* WALDRIGUES, A. (1982). **Citogenética de aves III. Cromossomos sexuais e digametia em aves**. *Semina* 3 (10): 11-115.

LEDESMA, M. A.; FREITAS, T. R. O.; DA SILVA, J., DA SILVA, F. & GUNSKI R. J. (2003). **Descripción cariotípica de *Spheniscus magellanicus* (Spheniscidae)**. *Hornero* 18(1):61-64.

LEDESMA, M. A.; MARTÍNEZ, P. A.; CALDERÓN, P. S.; BOERIS, J. M. & MERILES, J. M. (2006). **Descrição do cariótipo e padrões de bandas C e NOR em *Pheucticus aureoventris* (Emberizidae, Cardinalinae)**. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14 (1) 59-62.

LEVAN, A. (1938). **The Effect of colchicine on root mitosis in *Allium***. *Hereditas* 24: 471-486.

- MITTAL, O. P. & SHARMA, V. L. (1989). **Chromosomes of three species of Muscicapidae (Passeriformes)**. *Caryologia* 98: 71-75 *apud* GUNSKI, R. J.; GABANNE, G. S.; LEDESMA, M. A.; GARNERO, A. del V. (2000). **Analisis cariotipico de siete especies de Tiranidos (Tyrannidae)**. *Hornero* 15: 103-109.
- MONTENEGRO, V. S. da; SANTOS, V. M. V. O. dos; VEITH, M. (2008). **Análise citogenética na leucemia mielóide crônica**. *Rev. Fac. Ciênc. Méd. Sorocaba*, v. 10, n. 3, p. 5 – 12.
- MORO, M. E. G.; GIANNONI, M. L.; BOER, J. A. & TOSTA, P. A. (1994). **Study of the *Rhynchotus rufescens* – Red-Winged Tinamou (Aves: Tinamiformes) Raised in captivity II. Cytogenetic**. *ARS Veterinaria* 10:41-49.
- NIETO, L. M. & GUNSKI, R. J. (1998). **Estudios Cromosómicos en atajacaminos (Aves, Caprimulgidae)**. *Bol. Soc. Biol. Concepcion*, Chile 69:161-169.
- OHNO, S.; STENIUS, C.; CHRISTIAN, L.C. BEÇAK, W.; BEÇAK, M.L. (1964 a). **Chromosomal uniformity in the avian subclass Carinatae**. *Chromosoma* 15: 280-282 *apud* WALDRIGUES, A. (1982 b). **Citogenética de aves IV. Citotaxonomia e evolução**. *Semina* 3 (11): 169-172.
- OHNO, S.; STENIUS, C.; CHRISTIAN, L.C. BEÇAK, W.; BEÇAK, M.L. (1964 b). **Chromosomal uniformity in the avian subclass Carinatae**. *Chromosoma*, 15: 280-282 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos**. *Semina* 9 (3): 5-10.
- OLIVEIRA, M. D.; JORGE, W. & BAREZANI, C. P. (2001). **Chromosome study in 6 Brazilian birds**. *Caryologia* 3:235-244.
- OSGOOD, E. E. & BROOKE, J. H. (1955). **Continuous tissue culture of leukocytes from human leukemic bloods by application of “gradient” principle**. *Blood* 10: 1010-1022.
- OSGOOD, E. E. & KRIPPAEHNE, M. L. (1955). **The gradient tissue culture method**. *Exp. Cell Res.* 9: 116-127 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves I. Cariologia de aves e o desenvolvimento da citogenética**. *Semina* 8 (2): 179-181.
- PIGOZZI, M. I. & SOLARI, A. J. (2000). **Los cromosomas sexuales y la evolución de las aves**. *Ciencia Hoy* V. 10, n° 56.
- PIGOZZI, M. I. & SOLARI, A. J. (2005). **Meiotic recombination in the ZW pair of a tinamid bird shows a differential pattern compared with neognaths**. *Genome* 48:286-290.
- PRUM, R. O. (1990). **Phylogenetic analysis of the evolution of display behavior in the Neotropical Manakins (Aves: Pipridae)**. *Ethology* 84, 202-231.

PRUM, R. O. (1992). **Syringeal morphology, phylogeny, and evolution of the neotropical manakins (Aves: Pipridae)**. *American Museum of Natural History Novitates*, 3043: 1-65 *apud* ANCIÃES, M.; DURÃES, R. R.; CERQUEIRA, M. C.; FORTUNA, J. R.; SOHN, N.; COHN-HAFT, M. & FARIAS, I. P. (2009). **Diversidade de piprÍdeos (Aves: Pipridae) AmazÔnicos: seleçãO sexual, ecologia e evoluçãO**. *Oecol. Bras.*, 13 (1): 165-182.

PRUM, R. O. (1997). **Phylogenetic tests of alternative intersexual selection mechanisms: trait macroevolution in a polygynous clade (Aves: Pipridae)**. *The American Naturalist* Vol. 149, N°4, pp. 668-692.

RAY-CHAUDHURI, R. (1973). **Cytotaxonomy and chromosome evolution in birds**. CHIARELLI, A.B. & CAPANNA, E. (orgs.). **Cytotaxonomy and vertebrate evolution**. London, Academic Press, p. 425-83 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos**. *Semina* 9 (3): 5-10.

RÊGO, P. S.; ARARIPE, J.; MARCELIANO, M. L. V.; SAMPAIO, I. & SCHNEIDER, H. (2007). **Phylogenetic analyses of the genera *Pipra*, *Lepidothrix* and *Dixiphia* (Pipridae, Passeriformes) using partial cytochrome b and 16S mtDNA genes**. *Zoologica Scripta* 36: 1-11.

RIDGELY, R. S. & TUDOR, G. (1994). **The birds of south America**. Vol. 2. University of Texas Press, Austin, TX. 814p *apud* ANCIÃES, M.; DURÃES, R. R.; CERQUEIRA, M. C.; FORTUNA, J. R.; SOHN, N.; COHN-HAFT, M. & FARIAS, I. P. (2009). **Diversidade de piprÍdeos (Aves: Pipridae) AmazÔnicos: seleçãO sexual, ecologia e evoluçãO**. *Oecol. Bras.*, 13 (1): 165-182.

RIGAS, D. A. & OSGOOD, E. E. (1955). **Purification and properties of the Phytohemagglutinin of *Phaseolus vulgaris***. *J. Bioch. Chem.* 212: 607-609.

RODIONOV, A. V. (1996). **Micro vs. macro: structural-functional organization of avian micro-and macrochromosomes**. *Genetika* 32, 97-608.

RODIONOV, A. V. (1997). **Evolution of avian Chromosomes and Linkage Groups**. *Genetika* 33 (6): 725-738 *apud* CORREIA, V. C. DE S. (2006). **Análise citogenética da família Emberizidae (Aves: Passeriformes) na região central de Tocantins**. Monografia apresentada á coordenação do Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado) da Universidade Federal do Tocantins.

SCHMID, W. (1962). **DNA replication patterns of the heterochromosomes in *Gallus domesticus***. *Cytogenetics* 1: 344-352 *apud* WALDRIGUES, A. (1982 c). **Citogenética de aves III. Cromossomos sexuais e digametia em aves**. *Semina* 3 (10): 11-115.

SHIELDS, G. F. (1987). **Chromosomal variation in avian genetics**. (F. Cooke and P. A. Buckley Ed.), Academic Press, London, p 79 – 101 *apud* GUNSKI, R. J.;

GABANNE, G. S.; LEDESMA, M. A.; GARNERO, A. del V. (2000). **Analisis cariotipico de siete especies de Tiranidos (*Tyrannidae*)**. *Hornero* 15: 103-109.

SHOFFNER, R. N. (1974 a). **Chromosome of birds**. In **Busch, H.** *The Cell nucleus*. New York, Academic Press, V. 2.p. 223-61 *apud* WALDRIGUES, A. (1982 b). **Citogenética de Aves IV. Citotaxonomia e evolução**. *Semina* 3 (11): 169-172.

SHOFFNER, R. N. (1974 b). **Chromosome of birds**. In **Busch, H.** *The Cell nucleus*. New York, Academic Press, V. 2. p. 223-61 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos**. *Semina* 9 (3): 5-10.

SHOFFNER, R. N. (1977). **Chromosomal polymorphisms and heteroploidy in birds**. *Nucleus*, 20: 112-118 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos**. *Semina* 9 (3): 5-10.

SICK, H. (1967). Courtship **behavior in manakins (*Pipridae*): a review**. *Living Bird*, 6: 5-22 *apud* ANCIÃES, M.; DURÃES, R. R.; CERQUEIRA, M. C.; FORTUNA, J. R.; SOHN, N.; COHN-HAFT, M. & FARIAS, I. P. (2009). **Diversidade de piprídeos (Aves: *Pipridae*) Amazônicos: seleção sexual, ecologia e evolução**. *Oecol. Bras.* 13 (1): 165-182.

SICK, H. (1997). **Ornitologia Brasileira**. Ed. Universidade de Brasília, Brasília, pp. 827

SNOW, D. W. (1963). **The evolution of manakin courtship display**. *Proceedings of the International Ornithological Congress*, 13: 553-561 *apud* ANCIÃES, M.; DURÃES, R. R.; CERQUEIRA, M. C.; FORTUNA, J. R.; SOHN, N.; COHN-HAFT, M. & FARIAS, I. P. (2009). **Diversidade de piprídeos (Aves: *Pipridae*) Amazônicos: seleção sexual, ecologia e evolução**. *Oecol. Bras.* 13 (1): 165-182.

SNOW, D. W. (2004). **Family *Pipridae* (Manakins)**. Pp. 110-169. In: *J. del Hoyo, A. Elliott & D. A. Christie (eds.) Handbook of the Birds of the World. Vol. 9. Cotingas to Pipits and Wagtails*. Lynx Editions, Barcelona. 863 p *apud* ANCIÃES, M.; DURÃES, R. R.; CERQUEIRA, M. C.; FORTUNA, J. R.; SOHN, N.; COHN-HAFT, M. & FARIAS, I. P. (2009). **Diversidade de piprídeos (Aves: *Pipridae*) Amazônicos: seleção sexual, ecologia e evolução**. *Oecol. Bras.* 13 (1): 165-182.

SOUZA, D. (2004). **Todas as aves do Brasil**. 2ª ed. Bahia. Editora Dall. 350p.

SRB, V. (1974). **Avian chromosomes and diploid numbers of some species (List of literary data accessible at present)**. *Avian Chrom. Newslet.* 3: 16-33 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos**. *Semina* 9 (3): 5-10.

TEGELSTROM, H. & RYTTMAN, H. (1981). **Chromosomes in birds (Aves): evolutionary implications of macro-and microchromosome numbers and lengths**. *Hereditas* 94: 225-233.

- TEGELSTROM, H.; EBENHARD, T.; RYTTMAN, H. (1983). **Rate of karyotype evolution and speciation in birds.** *Hereditas* 98: 235-239.
- THOMPSON, M. W.; McINNES, R. R. & WILLARD, H. F. (1993). **Thompson & Thompson-Genética Médica.** 5^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 8-14.
- WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves I. Cariologia de aves e o desenvolvimento da citogenética.** *Semina* 8 (2): 179-181.
- WALDRIGUES, A. & FERRARI, I. (1982 a). **Karyotypic study of Cuculiform birds I. Karyotype of the smooth-billed ani (*Crotophaga ani*).** *Rev. Brasil. Genet.* V, 1, 121-129.
- WALDRIGUES, A. (1982 b). **Citogenética de aves IV. Citotaxonomia e evolução.** *Semina* 3 (11): 169-172.
- WITSCHI, E. (1959). **Age of sex-determining mechanism in vertebrates.** *Science* 180: 372-375 *apud* WALDRIGUES, A. (1981). **Citogenética de aves II. Características dos Cromossomos.** *Semina* 9 (3): 5-10.