

ALTA SIMILARIDADE CARIOTÍPICA NA FAMÍLIA Emberezidae (Aves: Passeriformes)

HIGH CARIOTIPY SIMILARITY AT THE Emberezidae FAMILY (Aves: Passeriformes)

Vanessa Carolina de Sena CORREIA¹; Analía del Valle GARNERO²;
Luana Pereira dos SANTOS¹; Ruben Rodrigues da SILVA¹; Marcelo de Oliveira BARBOSA¹;
Heidi Luz BONIFÁCIO¹; Ricardo José GUNSKI²

1. Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, Campus de Porto Nacional, Porto Nacional, TO, Brasil. vcscbio@gmail.com; 2. Professor (a), Doutor(a), Centro de Ciências Rurais de São Gabriel, Universidade Federal de Santa Maria, São Gabriel, RS, Brasil.

RESUMO: No intuito de contribuir para o conhecimento da citogenética na família Emberezidae, foram amostradas e analisadas oito espécies, empregando a técnica de cultura direta de medula óssea; na região rural pertencente ao município de Porto Nacional-TO. Seis delas, estão sendo descritas pela primeira vez: *Dacnis cayana* (2n=76), *Tangara cayana* (2n=78), *Charitospiza eucosma* (2n=78), *Tachyphonus rufus* (2n=80), *Sporophila leucoptera* (2n=80), e *Porphyrospiza caerulescens* (2n=82). Novos estudos de caracterização cromossômica foram realizados em *Ramphocelus carbo* (2n=78), e em *Ammodramus humeralis* (2n=80). Verificaram-se marcações de banda C positiva nas regiões centroméricas nos macrocromossomos, em grande parte dos microcromossomos e no braço curto do cromossomo sexual Z de *T. cayana* e *R. carbo*. As regiões organizadoras do nucléolo (NORs) foram identificadas em um par de microcromossomos; em um pequeno macrocromossomo em *P. caerulescens* e outro par de microcromossomos em *T. cayana*. Há similaridade cariotípica entre as espécies analisadas da família Emberezidae, visto que os primeiros pares de macrocromossomos apresentaram dominância de cromossomos acrocêntrico entre os quatro primeiros pares e telocêntricos entre os demais macrocromossomos, com exceção de *T. rufus* que apresentou uma maior predominância de cromossomos telocêntricos entre os seus primeiros pares.

PALAVRAS-CHAVE: Citogenética. Cromossomos Sexuais Z e W. Organizadores do Nucléolo. Heterocromatina.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da biologia básica da Classe Aves, que na atualidade inclui mais de 9000 espécies, apresenta-se incompleto em relação à genética e evolução (PIGOZZI, 1999), visto que cerca de 10 % das aves descritas no mundo já foram cariotipadas (GUNSKI, 1992). Dentre as aves analisadas citogeneticamente, a ordem Passeriforme é a que possui o maior número de espécie cariotipadas com 220 espécies aproximadamente (CARVALHO, 1989). Nesta ordem destaca-se a família Emberezidae com 315 espécies (NAROSKY; YZURIETA, 1987), sendo que 42 dessas já foram cariotipadas segundo De Bôer (1984).

Estudos de cariótipos geralmente revelam semelhanças entre muitas espécies de aves, o que não pode ser observado em mamíferos, pois nestes, variações cariotípicas são verificadas até mesmo em nível de gênero (SAKAMOTO; FERRARI, 1979). Rearranjos estruturais como inversões pericêntricas e fusões cêntricas foram relatadas por Hammar e Herlin (1975) como alguns dos principais mecanismos de evolução e variação

cariotípica dos cromossomos nas espécies da ordem Passeriformes e Charadriiforme.

Conseqüentemente o grau de semelhança ou diferença cariotípica pode ou não refletir diretamente na relação filogenética. A diferença entre dois indivíduos em termos de número e forma dos cromossomos, não justifica necessariamente a conclusão de que devam ser considerados como espécies separadas ou subespécies. Os dados citogenéticos, no entanto, devem completar, suplementar, ou ainda, corrigir as conclusões derivadas dos estudos clássicos de morfologia e anatomia, levando em conta as peculiaridades de cada grupo taxonômico (CARVALHO, 1989).

Em relação à família Emberezidae, após a revisão de De Bôer (1984), novos trabalhos sobre a citogenética destes pássaros foram publicados (CHRISTIDIS, 1986; CAPANNA et al., 1987; CARVALHO, 1989; GUNSKI et al., 1996; CABANNE et al., 1997; GUNSKI et al., 1998; GOLDSCHIMIDT et al., 2000; MERILES et al., 2003; LEDESMA et al., 2006), aumentando o conhecimento sobre esta família, o estudo da

similaridade e possíveis análises de rearranjos presentes na evolução das espécies.

O advento de técnicas citogenéticas mais sofisticadas tais como bandeamento C, NOR, entre outras aplicadas no estudo do cariótipo de algumas espécies, tem contribuído de forma significativa na detecção, interpretação e compreensão de rearranjos cromossômicos, auxiliando no estabelecimento das relações cariotípicas entre as várias espécies em estudo e revelando aspectos extremamente importantes sobre heterocromatina constitutiva e regiões organizadoras de nucléolo (NOR).

Os objetivos do presente trabalho são de determinar as características cromossômicas (o número, morfologia, par sexual e padrões de bandeamento C e NOR), em oito espécies da família Emberizidae: *Sporophila leucoptera*, *Tangara cayana*, *Ammodramus humeralis*, *Charitospiza eucosma*, *Dacnis cayana*, *Ramphocelus carbo*, *Tachyphonus rufus* e *Porphyrospiza caerulescens*.

MATERIAL E MÉTODOS

As espécies foram capturadas na Fazenda Gruta da Serra em Pinherópolis distrito de Porto Nacional – Tocantins, localizada a 10°45'15"S - 48°28'51"W. As coletas foram devidamente autorizadas pelo IBAMA, órgão ambiental responsável, sob as licenças nº 011/2004 e 191/2006-CGFAU, e processo 02029.001756/2004-15.

Para amostragem das espécies utilizaram-se redes de neblina. A área de coleta se caracterizou por apresentar vegetação do bioma cerrado: campo-cerrado, mata ciliar, cerrado stricto sensu e cerradão. Foram coletados 12 indivíduos pertencentes a oito espécies da família Emberizidae (*D. cayana* 1♀, *T. cayana* 1♂ e 1♀, *R. carbo* 1♂ e 1♀, *C. eucosma* 1♂ e 1♀, *A. humeralis* 2♂, *T. rufus* 1♀, *S. leucoptera* 1♀, *P. caerulescens* 1♂). As aves foram identificadas e taxidermizadas pelo professor Prof. Dr. José Hidasi e depositadas no Museu de Zoologia da cidade de Porto Nacional.

Para a obtenção de metáfases mitóticas foi utilizada técnica de cultura de curta duração de medula óssea (GARNERO; GUNSKI, 2000) com modificações. As lâminas foram coradas por 10 minutos com solução de Giemsa a 5% (v/v) em tampão fosfato 0,01 M, pH 6,8. Para obtenção de bandeamento C, utilizou-se a técnica segundo Ledesma et al. (2002) e para a análise das regiões

organizadoras de nucléolo foi utilizada a técnica de bandeamento NOR's de acordo com Howell e Black (1980).

A análise biométrica dos cromossomos foi realizada por escolha fotográfica das dez melhores metáfases de cada espécie. Os pares de cromossomos foram recortados, organizados em ordem decrescente e mensurados com régua milimetrada. Estimou-se a razão entre braços (r) e o índice centromérico (ic) segundo Guerra (1986). No primeiro caso, a posição do centrômero é definida pelo valor obtido da razão, entre o braço longo (l) e o curto (c): $r = l/c$. No segundo, dividiu-se o tamanho do braço curto (c) multiplicado por 100 pelo comprimento total do cromossomo ($c + l$): $ic = c \times 100/c + l$.

RESULTADOS

Na espécie *D. cayana* identificou-se número diplóide ± 76 e a morfologia dos primeiros macrocromossomos: 1° e 4° submetacêntricos, 2°, 3° e 5° acrocêntrico e demais telocêntricos. O cromossomo sexual Z se caracteriza por apresentar morfologia submetacêntrica e tamanho correspondente ao 4°-5° pares, enquanto o cromossomo W apresenta morfologia telocêntrica corresponde ao 10° par (Figura 2 e 4-A). Os dados referentes à morfologia das espécies foram confirmados segundo a análise da biometria apresentada na Tabela 1.

O cariótipo de *T. cayana* apresentou número diplóide equivalente a 78. A morfologia dos primeiros pares de *T. cayana* é: 1° e 4° pares submetacêntrico, 2° e 3° pares acrocêntricos e demais macrocromossomos telocêntricos (Figura 2 e 4-B).

Em relação aos padrões de Banda C em *T. cayana* observaram-se marcações centroméricas nos macrocromossomos com exceção do 1° par. O 2° par, apresentou marcações intersticiais no braço longo e nos telômeros e o 3° par apresentou duas marcações intersticiais no braço longo. Os cromossomos sexuais apresentaram marcações positivas no braço curto Z e o W totalmente heterocromático (Figura 1).

As regiões organizadoras de nucléolo localizaram-se num par de microcromossomos, como demonstrado pela análise seqüencial Giemsa-NOR (Figura 1). Este padrão é similar ao apresentado por outras espécies da família Emberizidae já analisadas, como *Molothrus bonarienses* e *Zonotrichia capensis* (ROCHA, 1987).

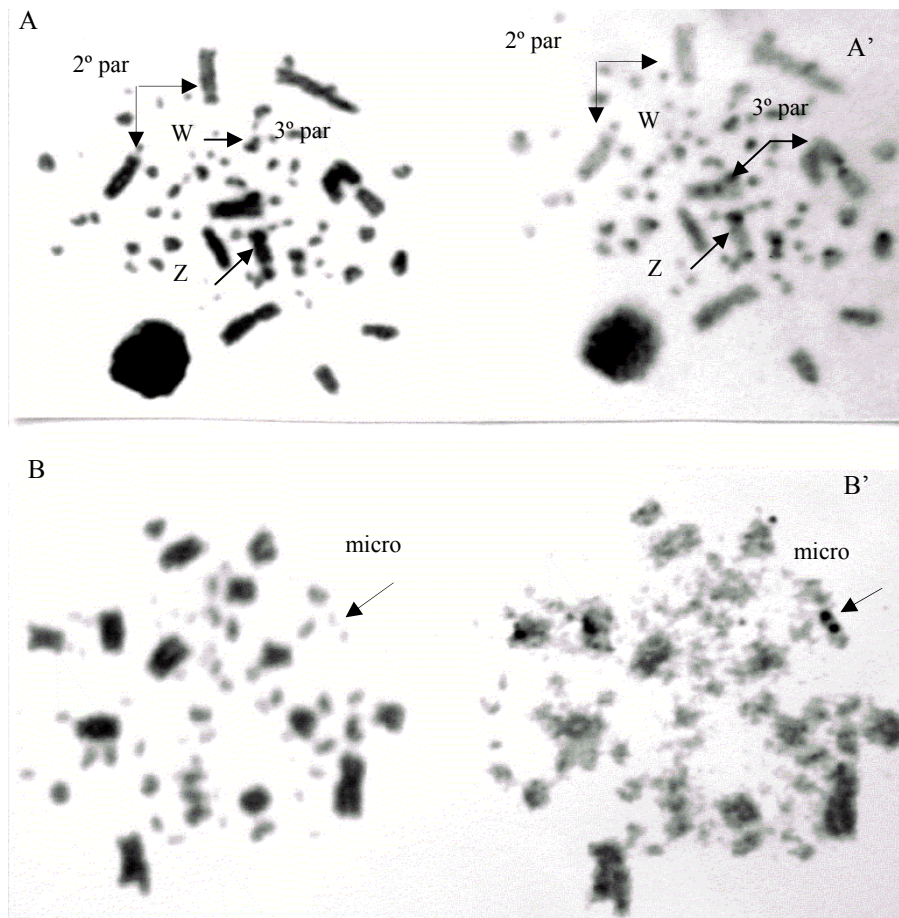


Figura 1. A-A' Análise seqüencial Giemsa-Banda C em exemplar fêmea de *T. cayana*, as setas indicam os cromossomos sexuais Z e W e as marcações intersticiais no 2^o e 3^o par de cromossomos. B-B' Análise seqüencial Giemsa-Ag Nor, as setas indicam o par de microcromossomos organizadores de nucléolo.

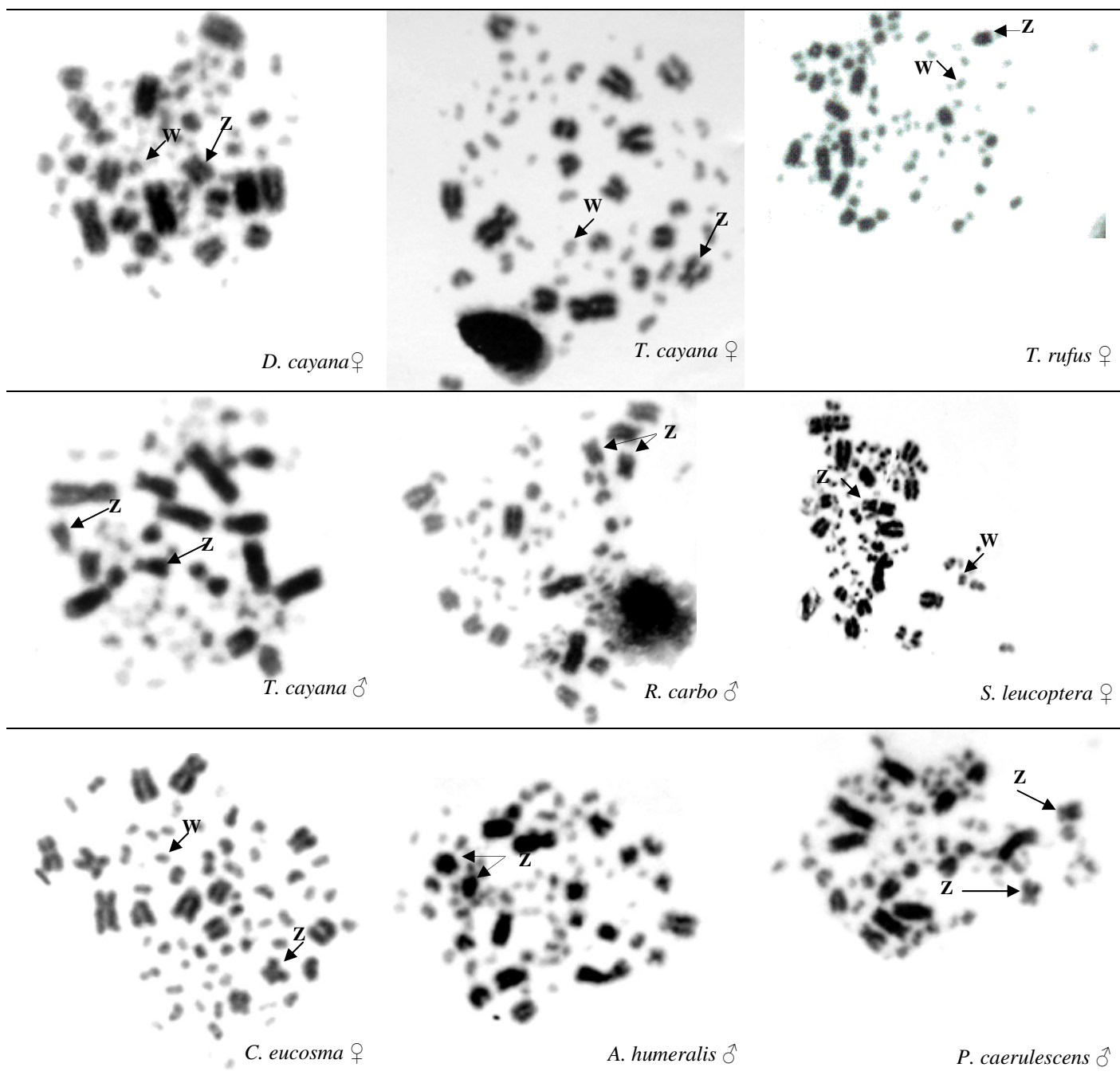


Figura 2. Metáfases das espécies amostradas da família Emberizidae, com indicação dos cromossomos sexuais.

Na espécie *R. carbo* verificou - se número diplóide igual a 78 cromossomos e a morfologia dos sete primeiros pares cromossômicos: 1º submetacêntrico, 2º, 3º e 4º acrocêntricos e os demais pares telocêntricos (Figura 2 e 4-C).

Diferindo dos dados publicados por LUCCA (1974b) para esta espécie, onde o autor descreve 2º-8º pares como sendo acrocêntrico, com exceção do 4º submetacêntrico.

Tabela 1. Razão entre braços (r), longo (l) e curto(c), e índice centromérico (ic) dos primeiros sete macrocromossomos e do cromossomo sexual Z.

Espécie	Cromossomo N°	l	c	r	ic	Tipo*
<i>Dacnys cayana</i>	1	0,92	0,57	1,62	38,26	sm
	2	0,92	0,30	3,10	24,59	a
	3	0,88	0,21	3,44	19,27	a
	4	0,56	0,26	2,24	31,71	sm
	5	0,64	0,10	4,43	13,51	a
	6	0,67	0	∞	0	t
	7	0,51	0	∞	0	t
	Z	0,54	0,24	2,40	30,77	sm
<i>Tangara cayana</i>	1	0,74	0,47	1,58	38,83	sm
	2	0,79	0,23	3,45	22,45	a
	3	0,78	0,18	4,23	19,13	a
	4	0,57	0,20	2,83	26,09	sm
	5	0,65	0	∞	0	t
	6	0,58	0	∞	0	t
	7	0,46	0	∞	0	t
	Z	0,48	0,27	1,81	35,56	sm
<i>Ramphocelus carbo</i>	1	0,84	0,49	1,72	36,79	sm
	2	0,88	0,21	4,36	19,54	a
	3	0,80	0,18	4,26	17,95	a
	4	0,54	0,15	4,46	21,82	a
	5	0,68	0	∞	0	t
	6	0,64	0	∞	0	t
	7	0,48	0	∞	0	t
	Z	0,53	0,24	2,23	31,15	sm
<i>Charitospiza eucosma</i>	1	0,91	0,46	1,99	36,58	sm
	2	0,60	0,46	1,30	43,39	m
	3	0,72	0,24	3,65	25,00	a
	4	0,58	0,18	3,52	23,68	a
	5	0,57	0,12	4,75	17,39	a
	6	0,62	0	∞	0	t
	7	0,44	0	∞	0	t
	Z	0,38	0,34	1,13	47,22	m
<i>Ammodramus humeralis</i>	1	0,79	0,53	1,51	40,00	sm
	2	0,75	0,24	3,16	24,05	a
	3	0,74	0,16	4,77	18,06	a
	4	0,51	0,13	3,92	20,31	a
	5	0,58	0	∞	0	t
	6	0,53	0	∞	0	t
	7	0,50	0	∞	0	t
	Z	0,50	0,24	2,11	32,20	sm
<i>Tachyphonus rufus</i>	1	0,84	0,54	1,56	39,11	sm
	2	0,97	0	∞	0	t
	3	0,91	0	∞	0	t
	4	0,70	0	∞	0	t
	5	0,62	0	∞	0	t
	6	0,53	0	∞	0	t
	7	0,40	0	∞	0	t
	Z	0,47	0,14	3,67	23,64	a

m: metacêntrico, sm: submetacêntrico, t: telocêntrico, a: acrocêntrico.

Espécie	Cromossomo N°	l	c	r	ic	Tipo*
<i>Sporophila leucoptera</i>	1	0,75	0,45	1,67	37,50	sm
	2	0,60	0,20	3,00	25,00	a
	3	0,65	0,15	4,33	18,57	a
	4	0,40	0,10	4,00	20,00	a
	5	0,40	0	∞	0	t
	6	0,35	0	∞	0	t
	7	0,35	0	∞	0	t
	Z	0,25	0,15	1,67	37,50	sm
<i>Porphyrospiza caerulescens</i>	1	0,84	0,49	1,71	36,84	sm
	2	0,90	0,27	3,50	23,8	a
	3	0,84	0,20	4,62	19,23	a
	4	0,56	0,17	3,29	23,28	a
	5	0,55	0,17	3,73	23,61	a
	6	0,60	0	∞	0	t
	7	0,55	0	∞	00	t
	Z	0,57	0,26	2,29	31,33	sm

* m: metacêntrico, sm: submetacêntrico, t: telocêntrico, a: acrocêntrico.

O cromossomo Z de *R. carbo* é submetacêntrico e corresponde em tamanho ao 3°-4° par, concordando com a descrição de LUCCA (1974b). Este cromossomo sexual se caracterizou por apresentar o braço curto totalmente heterocromático quando submetido ao

bandeamento C. Os macrocromossomos do complemento apresentaram bandas C positivas, definidas na região centromérica (Figura 3). Enquanto o cromossomo W pequeno corresponde ao 11° e 12° par, não sendo possível identificar sua morfologia.

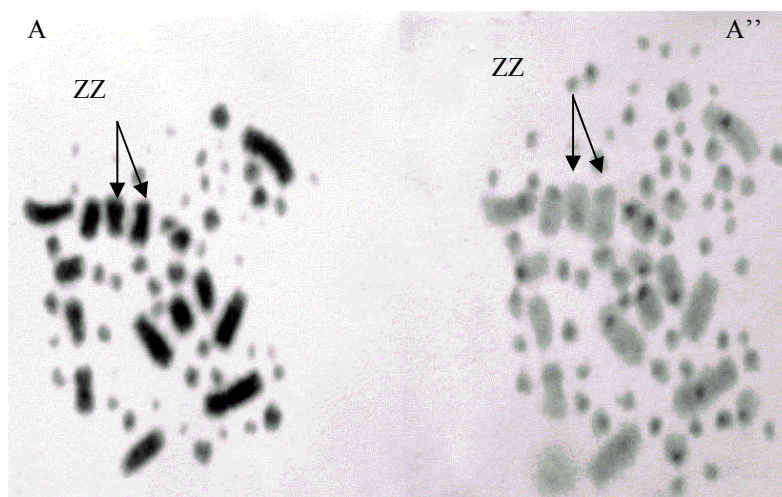


Figura 3. A-A' Análise sequencial Giemsa - Banda C em exemplar macho de *R. carbo*. As setas indicam o cromossomo sexual Z.

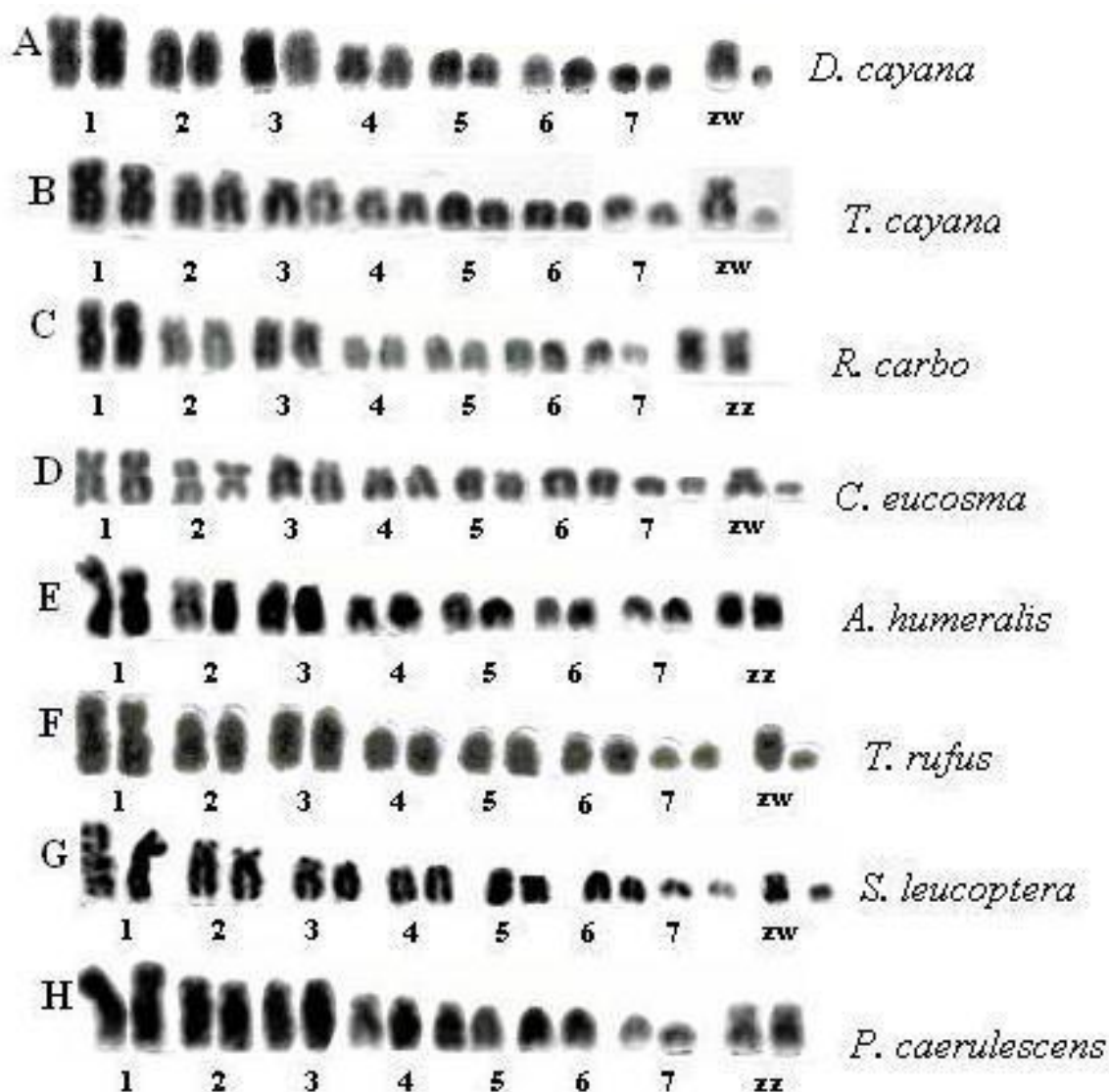


Figura 4. Cariótipos parciais das espécies: A- *Dacnis cayana* ($2n=76$), B- *Tangara cayana* ($2n=78$), C- *Ramphocelus carbo* ($2n=78$), D- *Charitospiza eucosma* ($2n=78$), E- *Ammodramus humeralis* ($2n=80$), F- *Tachyphonus rufus* ($2n=80$), G- *Sporophila leucoptera* ($2n=80$), H- *Porphyrospiza caerulescens* ($2n=82$).

A espécie *C. eucosma* apresentou número diplóide ($2n=78$) cromossomos e a morfologia dos setes primeiros pares: 1° e 5° submetacêntrico, 2° metacêntrico, 3°-4° acrocêntricos e 6°- 7° telocêntricos (Figura 2 e 4-D). O cromossomo sexual Z é metacêntrico e o W é telocêntrico, correspondendo respectivamente em tamanho ao 4°-5° par, e 9° par do complemento cromossômico.

A espécie *A. humeralis* apresentou o número diplóide de acordo com a média da subfamília Emberizinae ($2n=80$), e a morfologia observada para os primeiros pares de macrocromossomos foi: 1° submetacêntrico, 2°- 4° acrocêntrico, 5°-7° telocêntrico, e o cromossomo sexual Z submetacêntrico e tamanho correspondente a 4° par autossômico (Figuras 2 e 4-E). Os resultados obtidos estão em discordância com os dados indicados por Lucca (1974b), que verificou

número diplóide igual a 76 cromossomos para *A. humeralis* (*Myorphyza humeralis*), sendo o 1° par metacêntrico, 2° ao 7° submetacêntricos e 8° telocêntrico.

T. rufus apresentou $2n= 80$ cromossomos e se caracterizou por apresentar todos os cromossomos telocêntricos com exceção do 1° par submetacêntrico e do sexual Z acrocêntrico (Figura 2 e 4-F). Em tamanho, o cromossomo sexual Z corresponde ao 4°-5° pares e o cromossomo W telocêntrico, correspondem ao 9° par do complemento cromossômico.

Em relação ao bandejamento C, *T. rufus* se caracterizou por apresentar marcações intersticiais no 1° e 2° par, marcações centromérica nos macrocromossomos, cromossomo sexual W e alguns microcromossomos são heterocromáticos (Figura 5).

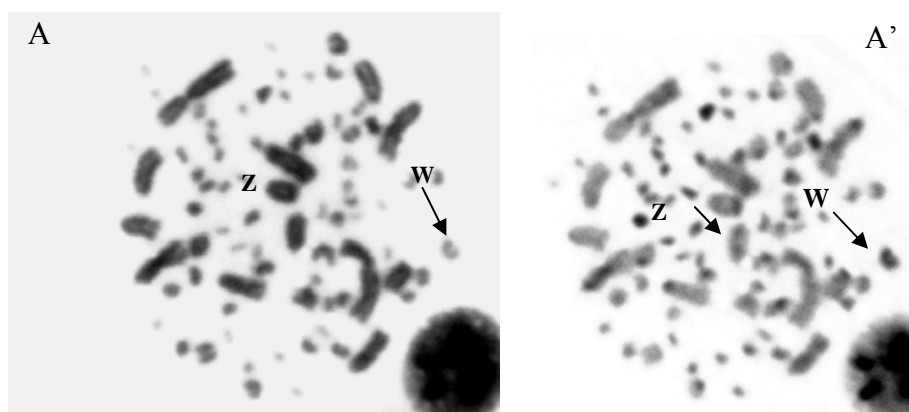


Figura 5. A-A' Análise seqüencial Giemsa-Banda C em exemplar fêmea de *T. rufus*. As setas indicam os cromossomos sexuais Z e W.

Na espécie *S. leucoptera* foi possível identificar a morfologia dos primeiros sete pares cromossômicos: 1º par e o sexual Z submetacêntrico, 2º, 3º, 4º acrocêntricos e 5º, 6º e 7º telocêntricos (Figura 2 e 4-G).

Analisou-se um indivíduo macho de *P. caerulescens*, que apresentou número diplóide igual a $2n=82$ e a seguinte morfologia: 1º par

submetacêntrico, 2º ao 5º par acrocêntricos e demais telocêntricos. O cromossomo sexual Z é submetacêntrico com tamanho intermediário ao 4º-5º par (Figura 2 e 4-H). A análise seqüencial Giemsa-NOR's revelou marcações em dois microcromossomos que se apresentaram associados, e outra marcação em um dos menores macrocromossomos (Figura 6).

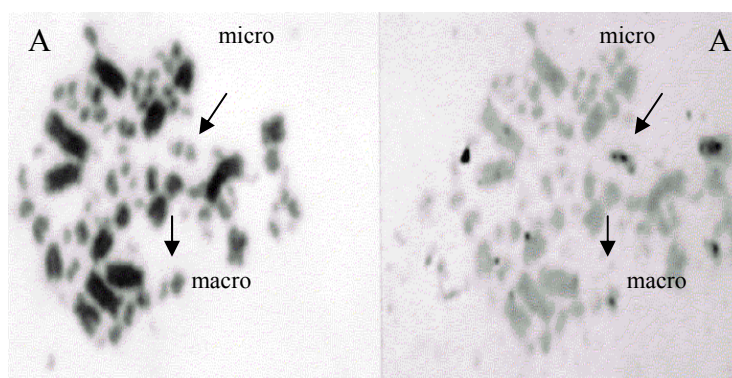


Figura 6. A-A' Análise seqüencial Giemsa-Ag Nor, as setas indicam os microcromossomos associados e um macrocromossomo organizador de nucléolo em *P. caerulescens*.

DISCUSSÃO

A média de número diplóide para esta família foi de 80 cromossomos, concordando com Bulatova (1981), e conservando o cariótipo padrão das aves em 16 e 64 macro e microcromossomos respectivamente, como descrito por Tegelström e Rytman (1981). O cromossomo sexual Z correspondeu em tamanho ao 4º-5º par e o W variou em tamanho entre o 9º-11º par, como publicado por outros autores para esta família (LUCCA, 1974ab; LUCCA; CHAMMA, 1977; HAMMAR; HERLIN, 1975; COSTA et al., 1979; CHRISTIDIS, 1986; CARVALHO, 1989; GUNSKI et al., 1996;

CABANNE et al., 1997; GOLDSCHIMIDT et al., 2000).

Entre os Thraupinae o cariótipo mais similar ao de *D. cayana* ($2n=76$), e *T. cayana* ($2n=78$), é o de *Thraupis sayaca* ($2n=78$) descrito por Lucca e Chamma (1977), apresentando diferença apenas em relação ao 5º par acrocêntrico de *D. cayana* e o 7º par submetacêntrico de *T. sayaca*.

O cariótipo mais similar ao de *T. rufus* é o de *Stephanophurus diadematus*, descrito por Lucca (1974a), o qual apresenta os macrocromossomos telocêntricos, com exceção do 1º e do 6º par que são metacêntricos.

Em *C. eucosma* observou-se uma maior freqüência de bibráquias, assim como a maioria das

espécies da subfamília Emberizinae, sendo que entre esta, somente *C. eucosma* e *Sporophila sp* estudada por Lucca e Chama (1977), apresentam o 2º par com morfologia metacêntrica. O cromossomo sexual Z é metacêntrico, semelhante a espécies *Emberiza bruniceps* e *Tiaris canora* estudadas por Misra e Srivastava (1978) e Christidis (1986) respectivamente.

Do gênero *Sporophila*, a espécie de cariótipo mais similar ao de *S. leucoptera* é *Sporophila caerulescens*, diferenciando apenas em relação à morfologia do 5º e 6º pares das espécie os quais foram descritos por Carvalho (1989), como acrocêntricos. O cromossomo Z corresponde em tamanho ao 4º par e apresenta morfologia submetacêntrica concordando com os dados publicados por Lucca e Chamma (1977) para as espécies *Sporophila americana* e *Sporophila nigricolis*.

Dentre as aves da família Emberizidae que já foram realizadas Banda C e que se assemelharam aos dados obtidos com *T. cayana*, deve-se observar os Cardinalinae (*Saltator similis* e *Saltator coerulescens*), estudados por Cabanne et al. (1997) e o Thraupinae (*R. carbo*) analisado neste trabalho. Verificaram - se marcações no braço curto do cromossomo sexual Z, o cromossomo W e alguns microcromossomos totalmente heterocromáticos. Na marcação do braço curto do cromossomo Z observado por Cabanne et al. (1997), notou-se mais intensa em um dos membros do par. Em *Tiaris canora* analisada por Christidis (1986), também se observaram padrões de Banda C semelhantes aos analisados neste trabalho: com marcações positivas na maioria dos microcromossomos, o cromossomo sexual W heterocromático e o terceiro par com banda intersticial e telomérica no braço longo semelhante ao segundo par de *T. cayana*.

As espécies que apresentam semelhança cariotípica à *P. caerulescens* dentre os Cardianaliane, são *Passerina brissonii*, analisadas por Carvalho (1989), apresentando mesma morfologia e diferindo apenas quanto ao 6º par acrocêntrico e os cromossomos sexuais, e *S. maximus* descrita por Lucca (1974a), que difere o 1º, o 6º par e o cromossomo sexual Z.

Em relação às colorações diferenciais, identificou-se heterocromatina constitutiva nas regiões centromérica dos cromossomos; bandeamentos deste tipo são frequentes ao visualizar a classe Aves (COSTA et al., 1979; CHRISTIDIS, 1986; CABANNE et al., 1997; GARNERO; GUNSKI et al., 2000; LEDESMA et al., 2006). O par de microcromossomos portadores do organizador do nucléolo foi observado associado

na espécie *P. caerulescens*, como relatado para outras espécies de aves (ROCHA, 1987; CARVALHO, 1989; GUNSKI; GIANNONI, 1998; GARNERO; GUNSKI et al., 2000), e em outras classes de vertebrados (TATEWAKI et al., 1999; ROSSI et al., 2000; GARCIA; MOREIRA FILHO, 2005).

A maior similaridade cariotípica entre as espécies da família Emberizidae, se encontra entre os primeiros pares de macrocromossomos, observando a dominância de cromossomos acrocêntrico e telocêntricos ao analisar a morfologia mais freqüente. Entre as espécies cariotipadas, 100% apresentam o 1º par de complemento cromossômico submetacêntrico, 75% dos 2º pares são acrocêntricos, 87% dos 3º pares são acrocêntricos, 62% dos 4º e 5º pares são acrocêntricos e telocêntricos respectivamente, e 100% dos 6º e 7º pares de cromossomos são telocêntricos. Em relação aos cromossomos sexuais, a morfologia mais freqüente para Z é submetacêntrico (75%) e o cromossomo sexual W é telocêntrico nas cinco espécies em que foi identificado (*D. cayana*, *T. cayana*, *C. eucosma*, *T. rufus* e *P. caerulescens*).

Os dados aqui apresentados concordam com a visão tradicional de uma reduzida variabilidade no cariótipo das aves (TEGELSTRÖM; RYTTMAN, 1981; SRB, 1985). Mas uma revisão recente (SANTO; GUNSKI, 2006), mostra que existe variabilidade cariotípica dentre as aves à medida que aumenta o número de espécies analisadas.

A variação morfológica observada no cromossomo Z desta família, provavelmente não ocorreu devido à adição ou redução de heterocromatina constitutiva, como no caso do W, mas por inversões cromossômicas ocorridas no processo evolutivo, pois o Z destas espécies não apresenta variação significativa no tamanho.

As variações de morfologia observadas entre os cariótipos da família Emberizidae, são devidas a rearranjos cromossômicos do tipo inversão pericêntrica, mecanismos de fusão e fissões cêntricas e translocações como as citadas para Passeriformes por Takagi e Sasaki (1974) e Bulatova (1981). A existência de diferenças entre cariótipos de espécies próximas sugere fortemente que em muitas oportunidades rearranjos cromossômicos desempenharam um papel direto e dirigido na especiação.

O fato de inversões estarem presentes em diferentes gêneros da família Emberizidae (CARVALHO, 1989), sugere que os cromossomos invertidos já estavam presentes no ancestral comum. Provavelmente seja verdadeira a hipótese de Rocha

e Lucca (1988), de que os cromossomos envolvidos nestas inversões possuam sítios frágeis (breakpoints) onde as quebras cromossômicas sejam mais freqüentes.

Desde que as novas combinações gênicas, ou os novos sistemas de controle advindos da inversão sejam adaptativos á espécie, a inversão cromossômica se transforma numa fonte de variabilidade, proporcionando maior valor adaptativo à população e conseqüentemente, permitindo aos indivíduos portadores de tais rearranjos, explorarem novos nichos ecológicos.

Imai (1991) faz uma ligação entre a presença de heterocromatina e a presença de rearranjos nas espécies, apresentando a hipótese de que nas espécies com heterocromatina constitutiva na região pericentromérica dos cromossomos, ocorrem mais fusões e inversões pericêntricas. Segundo esta proposição, os rearranjos facilitariam a eliminação da heterocromatina constitutiva dos cariótipos, ficando apenas aquela da região centromérica.

Entre as espécies amostradas *T. rufus* apresenta uma maior predominância de cromossomos telocêntricos, sendo que nas demais se observou a partir do 5º par, a maior ocorrência desta morfologia. Esse fato pode ser explicado pela teoria de Tegelström e Rytman (1981) em que aves com cariótipo com um maior número de microcromossomos apresentam preferencialmente os seus menores macrocromossomos como telocêntricos (79,6%) e pássaros com menor número de microcromossomos, os seus menores macrocromossomos são metacêntricos (50,0%) ou submetacêntricos (15,5%). Possivelmente translocações Robertsonianas entre

microcromossomos teria originado os pequenos macrocromossomos metacêntricos e submetacêntricos, ocorrendo uma proporção inversa entre macrocromossomos e microcromossomos.

Uma maior caracterização da família Emberizidae e da similaridade de seu cariótipo poderia ser feita, se houvesse uma descrição mais detalhada dos microcromossomos, mas nos Passeriformes este fato é complexo devido ao tamanho e por muitas vezes mostrarem - se indistinguíveis junto a outros cromossomos. Conseqüentemente, as determinações de possíveis homologias entre cromossomos de diferentes espécies de aves, tornam-se restritivas, basicamente aos macrocromossomos.

CONCLUSÃO

As pesquisas de similaridade dos cariótipos, como já foram descritos por outros autores, são importantes na filogenia, taxonomia, mas não auto-suficientes, servindo de complemento juntamente com a técnica de FISH, análise de variabilidade de DNA mitocondrial, polimorfismo dos fragmentos de restrição (RFLP) e demais técnicas moleculares aplicadas no estudo da evolução das espécies.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe do Laboratório de Genética Animal do Instituto de Biologia e Saúde Pública da Universidade Federal do Tocantins, ao CNPq, Seplan, IBAMA e em especial Mário Angel Ledesma do Departamento de Genética, Felix de Azara, Misiones - Argentina pela assistência técnica.

ABSTRACT: This study is presented with the intention to support and contribute towards the knowledge of cytogenetic and its Emberizidae family. The 8 species have been seen in samples taken from the local rural region of Porto National-TO and cytogenetic analysis using the technique of direct culture of bone marrow. Six of the species are described here firstly the *Dacnis cayana* (2n=76), *Tangara cayana* (2n=78), *Charitospiza eucosma* (2n=78), *Tachyphonus rufus* (2n=80), *Sporophila leucoptera* (2n=80), and *Porphyrospiza caerulescens* (2n=82). New studies have characterize chromosomes were realizations in *Ramphocelus carbo* (2n=78), and in *Ammodramus humeralis* (2n=80) In *R. carbo* and *A. humeralis*, the diploid number is equal the 78 and 80 respective. The C banding shows positive marks in the centrometric region from the macro chromosome and in the short arm of the sexual chromosome Z of *T. cayana* e *R. carbo*. In *P. caerulescens* the nucleolus organizer regions (Nor's) were located in a pair of micro chromosomes and in a short macro chromosome and in the pairs of micro chromosomes in *T. cayana*. It has conspicuous similarity which enters the analyzed species of the Emberizidae family, since the first pairs of macro chromosomes had presented predominance of chromosomes acrocentric between the first four pairs and telocentrics between the too much macro chromosomes, with exception of *T. rufus* that it presented a bigger predominance of telocentric chromosomes between its first pairs.

KEYWORDS: Cytogenetic. Sexual Chromosome Z and W. Nucleolus Organizer Regions. Heterochromatin.

REFERÊNCIAS

- BULATOVA, N. S. A Comparative Karyological Study of Passerine Birds. **Acta Soc Nat Brno**. Vladivostok, v. 15, n. 3, p. 1-44, 1981.
- CABANNE, G. S.; GUNSKI, R. J.; CONTRERAS, J. R. Primeiros Resultados de Estudios Citogenéticos en *Saltator coerulescens* y *Saltator similis* (Aves: Emberizidae). In: VI Jornada de Ciências Naturales del Litoral, Corrientes Argentina, 1997, Corrientes Argentina. **Anais...** Argentina, 1997, p 222.
- CAPANNA, E.; CIVITELLI, M.; MARTINICO, E. I. I cromosomi Degli Ucelli. Citotassonomia ed Evoluzione Cariotípica. **Avocetta**, Roma, v. 11, p. 101- 143, 1987.
- CARVALHO, M. V. P. **Estudos Citogenéticos na Família Fringillidae (Passeriformes-Aves)**. 1989. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.
- CHRISTIDIS, L. Chromosomal Evolution in Finches and Their Allies (families: Ploceidae, Fringillidae, and Emberizidae). **Canadian Journal of Genetics And Cytology**. Ottawa, v. 28, p. 762-769, 1986.
- COSTA, J. R. V.; WALDRIGUES, A.; FERRARI, F. Estudo Cariotípico em *Volatina jacarina* (Fringillidae-Passeriformes). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 31, p. 559-561, 1979.
- DE BÔER, L. E. M. New Developments in Vertebrate Citotaxonomy. VIII. A Current List of References on Avian Karyology. **Genetica**. Dordrecht, v. 65, p. 3-37, 1984.
- GARCIA C.; MOEIRA FILHO, O. Cytogenetical Analyses in Three Fish Species of the Genus *Pimelodus* (Siluriformes: Pimelodidae) from Rio São Francisco: Considerations About the Karyotypical Evolution In the Genus. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 285-290, 2005
- GARNERO, A. V.; GUNSKI, R. J. Comparative Analysis of the Karyotypes of *Nothura maculosa* and *Rynchotus rufescens* (aves: tinamidae). A case of Chromosomal Polymorphism. **The nucleus**, Calcutta, v. 43, n.1-2, p. 64-70, 2000.
- GOLDSCHMIDT, B.; NOGUEIRA, D. M.; SILVA, K. P. A.; SOUZA, L. M. Study of the karyotype of *Oryzoborus maximiliani* (Passeriformes-Aves) Using Young Feather Pulp Cultures. **Genetics And Molecular Biology**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 371-373, 2000.
- GUERRA, M. Reviewing the Chromosome Nomenclature of Levan *et al*. **Revista Brasileira De Genética**, Ribeirão Preto, v. 9, p. 741-743, 1986.
- GUNSKI, R. J. **Análise Citogenética da Espécie Rhea Americana: Ema (Aves: Rheidae)**. 1992. Dissertação (Mestrado em Zootecnia e Melhoramento Genético Animal), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.
- GUNSKI, R. J.; GARNERO, A. del. V.; BLANCO, P.; RIVIELLO LÓPEZ, G. Polimorfismo Cromossômico en Algunas especies de Aves. In: XXIX Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile. XXVII Congreso Argentino de Genética, Viña del Mar. 1996 **Anales...** Viña del Mar, 1996, v. 4, p. 151.
- GUNSKI, R. J.; DELGADO, C. A.; LEDESMA, M. A.; RIVIELLO, L. G.; DANOUZ, M. E. Polimorfismo Cromossômico en *Thraupis sayaca* (Thraupidae: Aves). In: Resúmenes de la XXX Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile, Puerto Varas, 1998. **Anales...** Puerto Varas, 1998. v. 6.p. 23.
- GUNSKI, R. J.; GIANNONI, M. L. Nucleolar Organizer and a New Chromosome Number for *Rhea americana* (Aves: Rheiformes). **Genetics And Molecular Biology**, São Paulo, v. 21207-210, 1998.

- HAMMAR, B.; HERLIN, M. Karyotypes of Four Birds Species of the Order Passeriformes. **Hereditas**, New York, v. 80, p. 177-184, 1975.
- HOWELL, W. M. BLACK, D. A. Controlled Silver Staining of Nucleolus Organizer Regions With a Protective Colloidal Developer: A L-Step Method. **Experientia**, Alabama, v. 36, p. 1014-1015, 1980.
- IMAI, H. T. Mutability of Constitutive Heterochromatin (C-bands) During Eukaryotic Chromosomal Evolution And Their Cytological Meaning. **Japanese Journal of Genetics**. Shizuoka-ken, v. 66, p. 635-661, 1991.
- LEDESMA, M. A.; GARNERO, A. V.; GUNSKI, R. J. Análise do Cariótipo de Duas Espécies da Família Formicariidae (Aves, Passeriformes). **Ararajuba**, Londrina, v. 10, n. 1, p. 15-19, 2002.
- LEDESMA, M. A.; MARTINEZ, P. A.; CALDERON, P. S.; BOERISE, J. M.; MERILES, J. M. Descrição do Cariótipo e Padrões de Bandas C e NOR em *Pheucticus aureoventris* (Emberizidae, Cardinalinae). **Revista Brasileira de Ornitologia**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 59-62, 2006.
- LUCCA, E. J. 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, 1974a.
- LUCCA, E. J. Cariótipos de 8 Espécies de Aves. **Revista Brasileira de Biologia**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 387-92, 1974b.
- LUCCA, E. J.; CHAMMA, L. Estudo do Complemento Cromossômico de 11 Espécies de Aves das Ordens Columbiformes, Passeriformes e Tinamiformes. **Revista Brasileira de Pesquisa Médica e Biológica**, Botucatu, v. 10, n. 2, p. 97 – 105, 1977.
- MERILES, J. M.; LEDESMA, M. A.; GUNSKI, R. J. Análisis Cariotípico em una Población de *Zonotrichia capensis* (Aves: Passeriformes) del Valle de San Salvador de Jujuy. In: II Jornadas de Investigación científico Tecnológicas, 2003, Pousadas Misiones. **Anales...** Pousadas Misiones, 2003, p. 168.
- MISRA, M.; SRIVASTAVA, M. D. L. Karyotypes of Seven Passeres. **Cytologia**, New York, v. 43, p. 485-495, 1978.
- NAROSKY, T., YZURIETA, D. **Guia Para la Identificacion de las Aves de Argentina y Uruguay**. 4ª ed. Argentina. Assoc. Ornitológica del Plata. 1987. 345p.
- PIGOZZI, M. I. Origin and Evolution of the Sex Chromosomes in Birds. **Biocell**, Buenos Aires, v. 23, p. 79-95, 1999.
- ROCHA, G. T. **Estudo do Complemento Cromossômico e da Região Organizadora do Nucléolo em Algumas Espécies de Aves**. 1987. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista Botucatu, Botucatu, 1987.
- ROCHA, G. T.; LUCCA, E. J. Nucleolar Organizer Regions in Somatic Chromosomes of some Species of Birds. **Caryologia**, Univ Florence Botany Inst, Italy, v. 41, n. 3-4, p. 299-308, 1988.
- ROSSI, A. R.; GORNUNG, E.; CROSETTI D.; INNOCENTIIS S.; SOLA, L. Cytogenetic Analysis of *Oedalechilus labeo* (Pisces: Mugilidae), With a Report of NOR Variability. **Marine Biology**, Heidelberg, v. 136, p. 159-162, 2000.
- SAKAMOTO, E. T.; FERRARI, I. Cromossomos de *Melopsittacus undulatus* e Padrões de Bandas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 31, p. 559-561, 1979.
- SANTOS, L. P.; GUNSKI, R. J.; Revisão de Dados Citogenéticos sobre Avifauna Brasileira. **Revista Brasileira de Ornitologia**, Tocantins, v. 14, n. 1, p. 35-45, 2006.

SRB, V. Birds and Comparative Cytogenetic. **The nucleus**, Calcutta, v. 28, p. 96-98, 1985.

TAKAGI, N.; SASAKI, M. A Phylogenetic Study of Bird Karyotypes. **Chromosoma**, Berlin, v. 46, p. 91-120, 1974.

TATEWAKI, R.; KAGOHASHI, Y.; KITADA, J. High Incidence of NOR Associations in Metaphases of *Lateolabrax latus* (Perciforms, Pisces). **Chromosome Science**, Japan, v. 3, p. 75-77, 1999.

TEGELSTRÖM, H.; RYTTMAN, H. Chromosomal in Bird (Aves): Evolutionary Implications of Macro and Microchromosome Numbers and Lengths. **Hereditas**, Scandinavian, v. 94, p. 225-233, 1981.