

EDMUNDO JOSÉ DE LUCCA

Bacharel em Ciências Biológicas

Professor Assistente do Departamento de Genética
da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas
de Botucatu – S. P.

ESTUDO DO COMPLEMENTO CROMOSSÔMICO EM AVES DA ORDEM COLUMBIFORMES.

ORIENTADOR: *Prof. Almiro Blumenschein*

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura «Luiz de Queiroz», da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
«Mestre».

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
1972

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos que colaboraram conosco na realização deste trabalho:

Dr. Almiro Blumenschein, que nos proporcionou a oportunidade de realizar o presente trabalho no Departamento de Genética da ESAIQ como Diretor do mesmo e como orientador principal da Dissertação;

Dra. Margarida Lopes Rodrigues de Aguiar, do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", que, como orientadora inicial, nos incentivou e auxiliou durante o início da realização deste trabalho;

Dr. Wilham Jorge, da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, que como colega e amigo iniciou nossa formação científica no campo da Citogenética;

Dr. Ademar Freire-Maia, do Departamento de Genética da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu e Dr. João Lúcio de Azevedo, do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela leitura do manuscrito e sugestões;

Professôres que, por intermédio do curso de Pós-Graduação, auxiliaram em nossa formação profissional;

Dr. Hélio Ferraz de Alneida Camargo, do Departamento de Zoologia da Secretaria da Agricultura, pela identificação dos espécimes analisados, bem como pela complementação da nomenclatura das espécies mencionadas no Histórico;

Funcionários do Departamento de Genética que nos auxiliaram mais diretamente: José Broglio e Walter Bortolazzo;

Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico que nos concedeu auxílio para que pudssemos realizar o curso de Pós-Graduação;

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo que nos concedeu auxílio para a compra de aves e material para que pudssemos realizar nosso trabalho.

À memória de minha mãe

I N D I C E

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1. Número de cromossomos	2
2.2. Cromossomos sexuais	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Material	11
3.2. Métodos	13
3.2.1. Método de preparação das lâminas	13
3.2.2. Análise das lâminas	13
3.2.3. Microfotografias	13
3.2.4. Análise morfológica dos cromossomos	14
4. RESULTADOS	16
4.1. <u>Claravis pretiosa</u> (Ferrari-Perez, 1886).....	16
4.2. <u>Columba picazuro</u> Temminck, 1813	17
4.3. <u>Columbina picui</u> (Temminck, 1813)	18
4.4. <u>Leptotila verreauxi</u> (Bonaparte, 1855)	19
4.5. <u>Scardafella squammata</u> (Lesson, 1831)	20
4.6. <u>Zenaida auriculata</u> Bertoni, 1901	22
4.7. <u>Geopelia ouneata</u> (Latham, 1801)	23
5. DISCUSSÃO	
5.1. Número de cromossomos	28
5.2. Cromossomos sexuais	29
5.3. Aspectos gerais do cariótipo	31
5.4. Morfologia dos cromossomos nas espécies analisa - das	32
5.5. Cariótipo e evolução	33
6. RESUMO E CONCLUSÕES	36
7. SUMMARY	38
8. BIBLIOGRAFIA	39
FIGURAS	43

1. INTRODUÇÃO

Com o emprego de técnicas de cultura de tecidos e pré-tratamento com solução hipotônica e colchicina, a análise do cariótipo de certos grupos de vertebrados alcançou um progresso razoável nos últimos anos. Através do número e morfologia dos cromossomos, tipo de digametia e natureza dos cromossomos sexuais, ou seja do cariótipo, podemos dar uma contribuição significativa ao estudo dos mecanismos de evolução cariotípica e relações taxonômicas das espécies dentro de certos grupos.

As divergências e discussões com relação ao número, morfologia, tipo de digametia e natureza dos cromossomos sexuais, permaneceram por muito tempo porque na classe Aves, o cariótipo é "sui generis", sendo constituído por um grande número de cromossomos distribuídos entre macro e microcromossomos sendo os últimos os mais numerosos. A presença destes cromossomos de dimensões diminutas causou uma série de dificuldades de ordem técnica para grande parte dos autores, e retardou o progresso dos estudos citológicos naquela classe. Hoje sabe-se que estes são heterocromáticos e organizadores de nucléolos.

O refinamento de técnicas citológicas tornou possível a apresentação de resultados mais dignos de crédito a respeito dos vários aspectos do complemento cromossômico das aves.

A escolha da ordem Columbiformes deve-se ao fato de já terem sido iniciados alguns estudos sobre a mesma no Departamento de Genética da ESAIQ. A observação de espécies ainda não analisadas constituiria uma contribuição para a melhor compreensão dos mecanismos de evolução cariotípica que teriam se processado nesta ordem, quais sejam os rearranjos estruturais, que teriam causado diferenças mais aparentes no cariótipo das várias espécies. Outrossim, nosso objetivo foi também o de determinar as características diversas do cariótipo tais como: número, morfologia dos cromossomos e aspectos dos microcromossomos, ainda não descritas na literatura.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O progresso lento no estudo dos cromossomos decorreu, principalmente, de fatores técnicos. Nos animais homeotérmicos os cromossomos, geralmente numerosos agrupam-se nas preparações citológicas tornando impossível contagens precisas (Beçak, 1962).

Painter (1923) demonstrou a conveniência de se utilizar material fresco de biópsias, obtendo suas melhores preparações a partir de fragmentos testiculares recentemente coletados.

Apesar de a técnica de cultura de tecidos ser conhecida há longo tempo, só recentemente foram reconhecidas as vantagens de sua utilização para o trabalho citogenético. As células dividem-se mais intensamente em condições adequadas in vitro (Eagle, 1964) e dispõem-se em camadas monocelulares o que facilita a observação.

Desde 1937 (Gavaudan et al.) já era conhecido o efeito da colchicina na mitose. Esse alcalóide inibe a formação do fuso, aumentando o número de células em metafase. Impedindo o acúmulo normal de cromossomos no fuso, facilita as contagens dos mesmos. Além disso, há uma maior contração dos cromossomos o que leva a uma maior nitidez do seu aspecto morfológico. Também as soluções salinas hipotônicas, quanto utilizadas nas preparações citológicas, permitem melhores contagens dos cromossomos (Hughes, 1952; Hsu e Pomerat, 1953). Essas soluções hipotônicas rompem as membranas celulares e distendem os cromossomos por intumescência. A técnica de esmagamento entre lâmina e lamínula, utilizada para vários tipos de células (Schultz e St. Lawrence, 1949; Tanaka, 1951; Hsu, 1952; Makino, 1952; Levan e Haushka, 1952), causa separação dos cromossomos o que também facilita a observação e análise.

2.1. Número de cromossomos

Muito embora o aperfeiçoamento de técnicas citológicas tenha provocado um grande surto nos estudos cromossômicos em mamíferos, répteis e anfíbios, de um modo geral, o mesmo não acon

teceu com as aves, pois a presença dos cromossomos diminutos (microcromossomos) ainda causou problemas na obtenção de boas preparações. Ultimamente é que foram obtidos melhores resultados e puderam ser elucidados pontos de discórdia entre os autores.

Não resta dúvida que, com o desenvolvimento dos métodos citológicos, foi havendo, concomitantemente, um certo progresso no conhecimento de vários aspectos relativos ao cariótipo das aves.

Numa excelente revisão sobre estudos cromossômicos em vertebrados, realizada por Matthey (1949), verificamos vários aspectos sobre a fixação dos cromossomos de aves e a divisão das etapas porque passaram estes estudos, da seguinte maneira: a) período inicial de tentativas até 1914; b) período em que os fixadores empregados foram o Bouin-Allen e o Fleming acético; c) aparecimento dos métodos japoneses com o emprego de fixadores ósmio-crômicos.

Foram os estudos de Oguma (apud Makino, 1949) que propiciaram certo progresso no conhecimento do cariótipo das aves. Foi possível a obtenção de metáfases em que os cromossomos maiores apareciam nitidamente e dispostos num plano, na configuração típica das aves: uma coroa de elementos maiores circundando os menores.

A tabela 1 mostra um sumário das pesquisas realizadas na ordem Columbiformes, até o momento. Os pontos focalizados são aqueles que deram origem a discussões: número de cromossomos e tipo de digametia.

Em galinha (Gallus gallus L., 1758), que é a espécie mais estudada até o presente, o número diplóide de cromossomos determinado por diversos pesquisadores variou bastante ($2n = 12$, $2n = 18$, $2n = 32$, $2n = 66$, etc., referências em Matthey, 1949). Essa variação, para a grande maioria dos autores, é atribuída às dificuldades técnicas para se individualizar os microcromossomos. Segundo Matthey (1949), outros autores consideraram que haveria flutuação numérica dos cromossomos menores: Shiwago e Peschkowskazja em Rhca americana L., 1758, e Droniceius novae-hollandiae (Lathan, 1790); e Sokolow e Trofinow em Gallus gallus.

Tabela 1 - Revisão dos estudos cromossômicos em aves da Ordem Columbiformes

Espécies	Sexo estudado	2N	Cromossomos sexuais		Referências
			♂	♀	
Ordem - Columbiformes Família - Columbidae					
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂	16	-	-	Guyer, 1902 ¹
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂	16	-	-	Haper, 1904 ¹
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂	16	-	-	Smith, 1927 ¹
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂ e ♀	62 e 61	ZZ ZO	Z:m(1º par)	Oguma, 1927 ¹
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂ e ♀	50	ZZ ZO	Z:m(1º par)	Hance, 1932 ¹

= continua =

Entre parênteses: nome mencionado na literatura

? Não mencionado

Nomenclatura dos cromossomos: m - metacêntrico; sm - submetacêntrico; st - subtelocêntrico e t - telocêntrico

1 - apud Makino (1951)

2 - apud Van Brink (1959)

= continuação =

E s p é c i e s	Sexo estudado	2N	Cromossomos sexuais		R e f e r ê n c i a s	
			♂	♀ + Morfologia		
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	?	31-62	-	-	Shiwago, 1939 ¹	
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂ e ♀	?	ZZ	ZO	Z:m(4º par)	Painter e Cole, 1943 ²
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂ e ♀	80 e 79	ZZ	ZO	Z:m(4º par)	Yamashina e Makino, 1946 ¹
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂ e ♀	80±	ZZ	ZW	Z:m(4º par) W:m	Ohno et al., 1964
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♀	80	-	ZW	Z:m(4º par) W:m(6º par)	Itoh et al., 1969
<u>Columba palumbus</u> L., 1758	♀	78±	-	ZW	Z:m(4º par) W:sm	Hammar, 1966
<u>Columba cayennensis</u> Bonnaterre, 1792	♂ e ♀	76	ZZ	ZW	Z:m(4º par)	Aguiar, 1968
<u>Columbina talpacoti</u> (Temminck, 1811).	♂ e ♀	76	ZZ	ZW	Z:m(4º par) W:st	Aguiar, 1968
<u>Geopelia cuneata</u> (Latham, 1801)	♀	72	-	ZW	Z:sm(3º par) W:t(7º par)	Itoh et al., 1969
<u>Leptotila verreauxi</u> (Bonaparte, 1855)	♂	78	ZZ	-	-	Aguiar, 1968

= continua =

= continuação =

Espécies	Sexo estudado	2N	Cromossomos sexuais		Referências
			♂	♀ + Morfologia	
<u>Streptopelia decaoto</u> (Frisvaldszky, 1758)	♂	16	-	-	Guyer, 1902 ¹
<u>Streptopelia decaoto</u> (Frisvaldszky, 1758)	♂ e ♀	50	ZZ ZO	-	Hance, 1932 ¹
<u>Streptopelia decaoto</u> (Frisvaldszky, 1758)	♂	-	-	-	Tange e Nakamura, 1939 ¹
<u>Streptopelia decaoto</u> (Frisvaldszky, 1758)	♂ e ♀	76 e 75	ZZ ZO	Z:m(4♀ par)	Yamashina e Makino, 1946 ¹
<u>Streptopelia decaoto</u> (Frisvaldszky, 1758)	♀	74	-	ZW Z:m(4♀ par) W:t(8♀ par)	Itoh et al., 1969
<u>Streptopelia decaoto</u> (Frisvaldszky, 1758)	♀	74	-	ZW Z:m(4♀ par) W:t(8♀ par)	Itoh et al., 1969
<u>Streptopelia decipiens</u> (Hastlaub e Finsch, 1870)	♀	76	-	ZW Z:m(4♀ par) W:sm	Aguiar, 1968
<u>Streptopelia orientalis</u> (Latham, 1790)	♀	75	-	ZO Z:m(4♀ par)	Yamashina e Makino, 1946 ¹

Alguns autores japoneses (apud Makino, 1951) afirmaram que o número de cromossomos podia ser determinado exatamente em algumas ordens de aves, mas não em outras. Como consideravam a digametia do tipo ZO, a fêmea teria um cromossomo a menos. Yamashina (1944), por exemplo, num estudo em 17 raças de galinhas, determinou que o número diplóide era 78 no macho e 77 na fêmea.

As conclusões da escola japonesa sobre a determinação exata do número de cromossomos sofreram sérias críticas por parte de Matthey (1949, 1951), em suas revisões sobre estudos cromossômicos em aves. O autor achava impossível a determinação exata do número diplóide, uma vez que existe um grande número de cromossomos com menos de 1 μ .

Relativamente ao grande número de espécies representantes da ordem Columbiformes (segundo Goodwin, 1967, cerca de 42 gêneros e 300 espécies) pouco foi feito com relação à determinação do cariótipo, como se pode ver pelos dados da tabela 1.

Não resta dúvidas que Columba livia domestica Gmelin, 1789 foi o representante mais estudado e o número de cromossomos descrito para esta espécie variou desde $2n = 16$ (Guyer, 1902; Haper, 1904 e Smith, 1927; referências em Makino, 1951) até $2n = 80$ (Ohno et al., 1964 e Itoh et al., 1969).

Mannar (1966) descreveu o cariótipo de Columba palumbus como sendo constituído por 78 cromossomos.

Segundo Aguiar (1968), Columba cayennensis Bonaterre, 1792 tem 76 cromossomos e Columbina talpacoti Temminck, 1811, pelo menos 76 cromossomos. Ainda Aguiar (1968) descreve como sendo $2n = 78$ o número de cromossomos em Leptotila verreauxi (Bonaparte, 1855) e $2n = 76$, o de Streptopelia decipiens Hartlaub e Finsch, 1870. Em outras espécies do gênero Streptopelia, vamos verificar que o número mais comum descrito é de 74 cromossomos para Streptopelia risoria Frivaldszky, 1758 (Itoh et al., 1969).

Em Geopelia cuneata (Latham, 1801), Itoh et al. (1969) descreveram 72 cromossomos quando analisaram o cariótipo de uma fêmea.

2.2. Cromossomos sexuais

O tipo de digametia em aves foi também um dos problemas bastante discutidos desde os primeiros trabalhos clássicos nos estudos do cariótipo destes animais.

Existindo técnicas deficientes de fixação, houve muita controvérsia em torno dos cromossomos sexuais, sendo que muitos autores chegaram à conclusão que a digametia feminina era do tipo ZO, enquanto outros admitiam ZW, embora não pudessem identificar o cromossomo W.

Os estudos sobre tipo de digametia, em aves, foram realizados principalmente em Galliformes e Psittaciformes destacando-se Gallus gallus domesticus e Melopsittacus undulatus L., 1758.

Segundo Shiwago, Hance, Goldsmith, Akkerinza, Poppoff, Scaccini e White (apud Matthey, 1949), em galinha o cromossomo Z correspondia ao 1º par, o mesmo afirmando Oguma e Hance para os pombos (apud Matthey, 1949). Para outros autores o 5º par metacêntrico, em galinha, é que seria o par sexual Z: Susuki, Dugger, Sokolow, Miller, e Oguma (apud Matthey, 1949) e Yamashina (1944), e nos pombos, este par correspondia ao 4º, metacêntrico: Painter e Cole (apud van Brink, 1959), Yamashina e Makino (apud Matthey, 1949).

Jentsch (apud Matthey, 1949) mencionou a presença de um cromossomo W na fêmea de Melopsittacus undulatus; Shiwago (apud Matthey, 1949) em Meleagris gallopavo L., 1758 e Gallus gallus domesticus.

Segundo Matthey, somente com o estudo das divisões reducionais na fêmea é que a questão da digametia poderia ser resolvida. Rejeitou as proposições dos japoneses sobre as identificações dos cromossomos sexuais pois considerava que a morfologia dos cromossomos estudados em cortes histológicos, não permitia a identificação segura de um cromossomo ímpar na fêmea.

A partir dos trabalhos de van Brink e Ubbels, (1956) foi que a questão da digametia passou a ser novamente investigada, tendo os autores identificado em galinha o 5º par como sendo

o sexual Z, confirmando as observações anteriores dos autores japoneses. Não concordaram, no entanto, com Yamashina (1944) que havia postulado sobre a possibilidade da contagem de 78 cromossomos no macho e 77 na fêmea. Uma consideração feita por van Brink foi a de que se existisse o cromossomo W este deveria estar entre os microcromossomos cuja morfologia eles não analisaram.

Newcomer, em 1963, considerou como definitivo que a digametia em galinha era do tipo ZO. O cromossomo sexual correspondia ao 5º par.

Van Brink (1959) identificou o cromossomo Z em Me - lopsittacus undulatus e Passer domesticus, correspondendo respectivamente ao 4º e 5º par metacêntrico. Não pode distinguir em nenhuma destas espécies o cromossomo W.

Ohno (1961) não identificou o tipo de digametia feminina, porém confirmou a identificação do cromossomo Z em galinha.

Frederic, em 1961 (citado por Schimid, 1962), foi o primeiro autor a demonstrar a presença de um cromossomo W em aves.

Schimid (1962), por meio de autorradiografia, deu evidências do cromossomo W em Gallus domesticus. A marcação pela timidina tritiada era intensa e comparativamente tardia em um pequeno cromossomo metacêntrico, sugerindo ser este o W descrito por Frederic.

Daí para cá, os autores não tiveram mais dúvida sobre a existência da digametia do tipo ZW em fêmeas de aves.

Rothfels et al., em 1963, descreveram o W em Me - lopsittacus undulatus. Em 1964, Ohno et al., distinguiram o W em Serinus canarius (= Serinus canaria L., 1758) e foram os primeiros a citarem a digametia do tipo ZW em Columba livia domestica (= Columba livia Gmelin, 1789). Owen (1965), em Gallus domesticus, Talluri e Vegni (1965), em Bubo virginianus virginianus (Gmelin, 1788), Hammar (1966) em espécies de Anseriformes, Columbiformes, Lariformes e Passeriformes; Krishan e Shoffner (1965), em Galliformes; Renzoni e Vegni Talluri (1966) em Falconiformes e Strigiformes; Ray-Chaudhuri et al. (1966), em Psittaciformes e Passe

riforme; Takaji e Makino (1966), em Anseriformes e Galliformes; Aguiar (1968) em espécies de Tinamiformes, Anseriformes, Galliformes, Gruiformes, Columbiformes e Passeriformes; Bhatnagar(1968) em Cygnopsis cygnoid L., 1758; Jovanović e Atkins (1969) em Turdidae, Mimidae e Corvidae; Itoh et al. (1969) em Ciconiformes, Passeriformes, Charadiiformes, Columbiformes, Anseriformes; Bloom (1969) em Anas platyrhynchos L., 1758, Piccinni e Stella (1970) em espécies de Passeriformes, Galliformes e Lariformes; Hammar (1970) em espécies de Columbiformes, Ciconiformes, Anseriformes, Gruiformes, Charadiiformes, Lariformes, Strigiformes, Piciformes e Passeriformes, num total de 31 espécies e num dos trabalhos mais extensos de citogenética de aves. Em uma espécie de Columbiformes Itoh et al., (1969), descreveram o cromossomo Z como sendo o 3º par do complemento cromossômico, situação diferente das demais espécies mencionadas na literatura, onde este cromossomo corresponde ao 4º par.

= continuação =

Posição Sistemática	Espécies
Gênero <u>Leptotila</u>	<p><u>Leptotila verreauxi</u> (Bonaparte, 1855) (Juriti) Distribuição geográfica: Sul dos Estados Unidos até Argentina. Todo o Brasil.</p>
Gênero <u>Scardafella</u>	<p><u>Scardafella squammata</u> (Lesson, 1831) (Fogo-apagou, Pomba cascavel, Rolinha carijó) Distribuição geográfica: Paraguai, Brasil oriental e meridional.</p>
Gênero <u>Zenaida</u>	<p><u>Zenaida auriculata</u> Bertoni, 1901 (Pomba de bando, Parari, Avoante, Pomba de arribação) Distribuição geográfica: Paraguai, Uruguai, leste da Bolívia e Brasil central e meridional.</p>
Gênero <u>Geopelia</u>	<p><u>Geopelia cuneata</u> (Latham, 1801) (Rolinha diamante) Distribuição geográfica: Austrália</p>

Para a identificação dos animais seguiu-se a nomenclatura adotada por Goodwin (1967).

Os animais por nós estudados foram caçados na natureza. Todos eram adultos e provieram de Rio Claro e Piracicaba.

As aves por nós estudadas foram identificadas pelo Dr. Hélio Ferraz de Almeida Camargo, do Museu de Zoologia da USP.

3.2: Métodos

3.2.1. Método de preparação das lâminas

O método utilizado no presente trabalho foi o de esmagamento, o qual deu melhores resultados tendo em vista sua eficiência, rapidez e economia de material.

Injetamos, no músculo peitoral da ave, colchicina a 0,5% na razão de 0,02ml/g de peso do animal. Após quatro horas, a ave foi sacrificada e dela foram retirados o baço, fígado, testículos ou ovários, dependendo do sexo, sendo estes órgãos cortados em fragmentos menores e tratados com solução hipotônica (água destilada). Fragmentos de testículos e ovário foram tratados por 10 minutos e os de baço e fígado, por 15 minutos à temperatura ambiente. A fixação foi feita com ácido acético a 50%, no mínimo durante 30 minutos. Após esse tempo, os fragmentos "pulverizados" sobre uma lâmina, foram esmagados entre lâmina e lamínula. Estas foram retiradas imergindo-se as lâminas em uma cuba contendo do ácido acético a 50%.

A secagem das lâminas foi feita à temperatura ambiente.

Depois de hidrolizado o material em HCl 1N, durante 10 minutos a 60°C, procedeu-se à coloração com Giemsa por 7 minutos. A seguir, as lâminas foram secadas e foi feita a montagem em bálsamo do Canadá.

3.2.2. Análise das lâminas

As metáfases mais nítidas foram selecionadas ao microscópio e desenhadas. Nos desenhos, fizemos a contagem dos cromossomos. Como em aves é difícil se determinar o número exato de cromossomos, organizamos tabelas nas quais colocamos os valores observados com as respectivas frequências.

3.2.3. Microfotografias

As fotografias foram tiradas num fotomicroscópio Zeiss com objetiva de imersão 100X, fator de projetiva 3.2X e fator do optovar 1.25X. Utilizamos filtros verde Kodak 56 e 58.

O filme foi o "High Contrast Copy" da Kodak.

3.2.4. Análise morfológica dos cromossomos

A determinação dos dados sobre comprimento relativo e relação de braços para cada cromossomo foi feita segundo o método de Rothfels e Siminovitch (1958b).

Escolhemos as metáfases onde os cromossomos estavam bem dispersos, com centrômero em posição bem nítida, e pouco contraídos, pois nêsse caso teríamos facilidades em medir os microcromossomos.

As medidas foram feitas em fotografias com ampliação de 3000X, com um compasso e os valores em centímetro foram transformados para uma escala em micra. Medimos o comprimento total e de cada braço de cada cromossomo. Já para os cromossomos menores fizemos somente a medida do comprimento total uma vez que era quase impossível medir os seus braços. Medimos ao redor de 7 metáfases, para cada espécie, e sempre que possível, de ambos os sexos.

Os valores de comprimento absoluto dos cromossomos foram transformados em comprimento relativo, expressos em percentagem do comprimento total do lote diplóide. Quando se tratava de aves do sexo feminino, desprezamos o W e consideramos o Z duas vêzes para que pudéssemos ter resultados correspondentes aos dos machos.

O comprimento relativo (CR), em função do comprimento total, foi determinado segundo fórmula de Rothfels e Siminovitch (1958b):

$$CR = \frac{\text{comprimento do cromossomo} \times 100}{\text{comprimento do lote diplóide}}$$

Para que pudéssemos fazer a identificação dos pares homólogos, em cada célula, procuramos expressar a posição do centrômero nos cromossomos, determinando portanto a relação de braços:

$$RB = \frac{B_M}{B_m}$$

RB = relação de braços

B_M = braço maior

B_m = braço menor

Organizamos o cariótipo, colocando os cromossomos em ordem decrescente de tamanho. Em todas as espécies pudemos caracterizar os pares de cromossomos maiores, enquanto os menores (cujo tamanho decresce gradativamente) não puderam ser individualizados e foram organizados em pares, arbitrariamente.

A classificação dos cromossomos de acordo com a posição do centrômero foi feita com base na relação de braços e adotamos a nomenclatura de Levan, Fredga e Souberg (1964):

- 1.0 a 1.7 - cromossomo metacêntrico (m)
- 1.7 a 3.0 - " submetacêntrico (sm)
- 3.0 a 7.0 - " subtelocêntrico (st)
- 3.0 a ∞ - " telocêntrico (t)

Para aqueles cromossomos onde encontramos dificuldade em medir os braços menores, limitamo-nos a mencionar que a relação de braços é maior que 7. Para os cromossomos de tamanho pequeno, em que medimos o comprimento total, limitamo-nos a mencionar que o centrômero se localizaria nas regiões subterminal ou terminal (st-t).

4. RESULTADOS

As espécies analisadas mostraram os resultados que apresentaremos a seguir:

4.1. Claravis pretiosa (Ferrari-Perez, 1886)

Analisamos quatro indivíduos, três machos e uma fêmea, todos adultos.

As figuras 1 e 3 mostram, respectivamente, metáfases analisadas da fêmea e de um macho, e a tabela 3 os resultados das contagens do número de cromossomos. Nesta espécie, o número diploide é de pelo menos 74 cromossomos, em metáfases nítidas.

Tabela 3 - Frequência do número de cromossomos contados em Claravis pretiosa.

Sexo	Nº de cromossomos									Total
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	
♂	3	-	4	1	3	1	2	1	1	16
♀	2	1	5	1	4	-	6	3	-	22
Total	5	1	9	2	7	1	8	4	1	38

As figuras 2 e 4 mostram, respectivamente, os cariótipos da fêmea e de um macho e na tabela 10 estão as medidas de comprimento relativo e relação de braços dos cromossomos. No cariótipo do macho, mostramos apenas os cromossomos maiores identificáveis e o menor par de cromossomos, critério que será seguido nos casos em que analisamos macho e fêmea. O complemento diploide mede em média $86,2\mu$ (tabela 11), em metáfases cujos cromossomos têm de 6μ a $0,3\mu$ de comprimento. Os 8 primeiros pares são identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero. Os pares 1, 2, 3, 4 e 6 apresentam centrômero mediano, sendo o nº 1 nitidamente maior. O cromossomo 5 apresenta centrômero subterminal, porém em tamanho não se distingue do par nº 6. Os cromossomos 7 e

8 são telocêntricos e do 9º ao 37º pares, os cromossomos formam uma série decrescente e não podem ser identificados; grande parte apresenta centrômero terminal ou subterminal.

O cromossoma Z, com aproximadamente 3,1 μ de comprimento, corresponde ao 4º par metacêntrico, que representa 7,2% do lote haplóide. O cromossoma W se mostrou bastante grande nesta espécie, quando comparado com o de outras espécies de Columbiformes. Ele é de tamanho intermediário entre o 4º e 5º pares, e corresponde a aproximadamente 5,8% do lote haplóide com aproximadamente 2,5 μ de comprimento e centrômero na região mediana.

Até o presente momento não se descreveu na literatura nenhum columbiforme que apresente os três primeiros pares metacêntricos. É muito comum se encontrar um terceiro par subterminal em columbídeos.

4.2. Columba picazuro Temminck, 1813

Analizamos dois indivíduos adultos do sexo feminino.

A figura 5 mostra uma metáfase analisada e a tabela 4 os resultados das contagens do número de cromossomos.

O número mais consistente que pudemos determinar para esta espécie foi 76 cromossomos, uma vez que encontramos uma frequência maior de células com 74 e 75 cromossomos, células estas que apresentavam um aspecto muito nítido.

Tabela 4 - Frequência do número de cromossomos contados em Columba picazuro

Sexo	Nº de cromossomos												Total
	63	64	67	68	70	72	73	74	75	76	78	86	
♀	1	3	2	2	1	2	1	6	6	1	1	1	27

A figura 6 indica o cariótipo da fêmea, e na tabela 10 estão os dados de comprimento relativo e relação de braços dos cromossomos. O comprimento total do lote diplóide é de cerca de 70,7 μ (tabela 11) em metáfases onde os cromossomos medem de 4,5 μ

a 0,2 μ . Os 8 primeiros pares podem ser identificados pelo tamanho e posição do centrômero. Os pares 1 e 2 são metacêntricos bem distintos pelo tamanho; o 3º par apresenta centrômero subterminal. Os pares 4 e 5 são metacêntricos, com braços levemente desiguais; o 6º, 7º e 8º pares são submetacêntricos. Os demais cromossomos de 9 a 38 parecem ter em sua maioria, centrômero terminal ou subterminal e formam uma série gradualmente decrescente.

Como o cromossomo correspondente ao 4º par aparece sempre ímpar, deve portanto, corresponder ao sexual Z. Mede cerca de 2,0 μ de comprimento equivalente a 5,2% do lote diplóide. O W é um pequeno metacêntrico de tamanho intermediário entre o 8º e 9º pares, corresponde a 2,6% do lote haplóide e mede cerca de 0,9 μ .

4.3. Columbina picui (Temminck, 1813)

Analizamos dois indivíduos adultos, um de cada sexo.

As figuras 7 e 9 mostram, respectivamente, metáfases da fêmea e do macho, e a tabela 5 os resultados das contagens do número de cromossomos.

As metáfases excelentes em que contamos 76 cromossomos foram as mais frequentes e com aspecto muito nítido, motivo pelo qual consideramos como sendo este o número de cromossomos de Columbina picui.

Tabela 5 - Frequência do número de cromossomos contados em Columbina picui.

Sexo	Nº de cromossomo							Total
	72	73	74	75	76	77	78	
♂	6	3	1	3	12	1	1	27
♀	1	2	5	3	15	2	2	30
Total	7	5	6	6	27	3	3	57

As figuras 8 e 10 mostram, respectivamente, os cariótipos da fêmea e do macho, e na tabela 10 estão as medidas de comprimento relativo e relação de braços. O comprimento do lote diplóide é cerca de $61,5\mu$ na metáfase (tabela 11), com os cromossomos medindo aproximadamente de $4,2\mu$ a $0,2\mu$. Os 8 primeiros pares são identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero.

Esta espécie apresentou um cariótipo que faz exceção a qualquer cariótipo descrito até o momento para os Columbiiformes, pois somente os pares 1 e 7 são metacêntricos e o W submetacêntrico, os restantes todos com centrômero na região terminal inclusive o cromossomo Z. A partir do 9º par até 38º, temos uma série gradualmente decrescente.

O cromossomo Z, com cerca de $2,0\mu$ de comprimento, corresponde ao 4º par na ordem decrescente, equivalente a 5,6% do lote haplóide. O W é um pequeno cromossomo com centrômero na região submediana intermediário entre os pares 7 e 8, equivalente a 3% do lote haplóide e com aproximadamente $0,9\mu$ de comprimento.

4.4 Leptotila verreauxi (Bonaparte, 1855)

Analizamos um indivíduo do sexo masculino adulto.

A figura 11 mostra uma metáfase analisada e na tabela 6 estão os resultados das contagens do número de cromossomos.

Nessa espécie, o número de células que pudemos analisar foi significativo e obtivemos metáfases muito nítidas que nos mostraram 78 cromossomos número que julgamos o mais exato para esta espécie.

Tabela 6 - Frequência do número de cromossomos contados em Leptotila verreauxi

Sexo	Nº de cromossomos								Total
	70	72	73	74	75	76	77	78	
♂	1	3	2	5	4	9	2	5	31

Na figura 12 está o cariótipo da espécie analisada e na tabela 10 os dados do comprimento relativo e relação de braços. O comprimento total do complemento diplóide é de 60μ em média na metáfase (tabela 11) onde os cromossomos medem de $4,0\mu$ a $0,2\mu$. Os 7 primeiros pares são reconhecíveis individualmente pelo tamanho e posição do centrômero. O par 1 apresenta o centrômero mediano. O par 2 apresenta centrômero submediano e é nitidamente menor que o 1º par. O 3 é um subteloentrico menor que o precedente. O 4º par apresentou uma diferença significativa com relação à posição do centrômero nos homólogos do par: enquanto um homólogo é nitidamente metacêntrico (relação de braços igual a 1,04) o outro homólogo é nitidamente submetacêntrico (relação de braços igual a 1,90). O 5º par é metacêntrico e o 6º e 7º pares são submetacêntricos. Os demais cromossomos formam uma série que decresce gradualmente em tamanho de 8 a 39, e que não podem ser individualizados; parecem ter o centrômero na região st-t.

Como foi analisado só um macho, não temos informações sobre os cromossomos sexuais.

Estes dados estão em linhas gerais de acordo com os de Aguiar (1968), com algumas restrições que se referem ao comprimento do lote diplóide ($88,9\mu$) e identificação do 8º e 9º pares (sm e m respectivamente). Não pudemos distinguir muito bem em nossas preparações a morfologia dos cromossomos 7 e 8. Com relação ao 4º par, Aguiar descreveu-o como sendo metacêntrico.

4.5. Scardafella squammata (Lesson, 1831)

Analisamos seis indivíduos, um macho e cinco fêmeas, todos adultos.

As figuras 13 e 15 mostram, respectivamente, metáfases de uma das fêmeas e do macho, e a tabela 6 os resultados das contagens do número de cromossomos.

As metáfases em que contamos 77 e 78 cromossomos eram bem nítidas, o que nos permitiu concluir que o número de cromossomos deve estar ao redor de 78.

Tabela 7 - Frequência do número de cromossomos contados em Scardafella squammata

Sexo	Nº de cromossomos														Total
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
♂	2	2	1	2	-	-	1	2	1	3	2	-	-	-	16
♀	2	-	-	1	1	3	2	6	2	2	1	2	1	1	24
Total	4	2	1	3	1	3	3	8	3	5	3	2	1	1	40

As figuras 14 e 16 mostram, respectivamente, o cariótipo de uma das fêmeas e do macho, e na tabela 10 estão os valores de comprimento relativo e relação de braços dos cromossomos. O complemento cromossômico mede em média $80,8\mu$ na metáfase (tabela 11), onde o comprimento dos cromossomos vai de $5,5\mu$ a $0,5\mu$. Os 10 primeiros pares são identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero.

Os cromossomos nº 1, nº 2 e nº 5 apresentam centrômero mediano, sendo que o 1º é nitidamente maior e mais metacêntrico. O cromossoma 3 apresenta centrômero subterminal. Os pares 4 e 6 apresentam centrômero também subterminal. O 7º, 8º, 9º e 10º pares são telocêntricos. Do 11º ao 39º pares, os cromossomos formam uma série decrescente e não podem ser identificados; aparentemente, grande parte apresenta centrômero terminal ou subterminal.

Para esta espécie verificamos que o cromossomo Z corresponde ao 5º par, com aproximadamente $2,4\mu$ de comprimento, que representa 5,9% do lote haplóide. Em Geopelia cuneata, Itoh et al. (1969) descreveram o Z como sendo o 3º par quando normalmente em Columbiformes o cromossoma sexual Z corresponde ao 4º par. O cromossomo W não se mostrou pequeno neste columbídeo que é o único representante brasileiro do gênero Scardafella. Corresponde a aproximadamente 4,9% do lote haplóide, a posição do centrômero é submediana e tem um comprimento de aproximadamente $2,0\mu$ ficando entre o 5º e 6º pares.

4.6. Zenaida auriculata Bertoni, 1901.

Analisamos dois indivíduos adultos do sexo masculino.

A figura 17 mostra uma metáfase analisada e na tabela 8 estão os resultados das contagens do número de cromossomos.

Nessa espécie as metáfases analisadas em que contamos 76 cromossomos foram as mais frequentes. Seu aspecto era muito nítido, o que nos permitiu concluir que o número de cromossomos em Zenaida auriculata está ao redor de 76 cromossomos.

Tabela 8 - Frequência do número de cromossomos contados em Zenaida auriculata

Sexo	Nº de cromossomos								Total
	70	71	72	73	74	75	76	77	
♂	1	1	5	2	3	4	9	5	30

Na figura 18 está o cariótipo da espécie analisada e na tabela 10 os dados do comprimento relativo e relação de braços. O comprimento total do lote diplóide é de 61 μ em média na metáfase (tabela 11) onde os cromossomos medem de 4 μ a 0,3 μ . Os 8 primeiros pares são reconhecíveis individualmente pelo tamanho e posição do centrômero. Os pares 1 e 2 apresentam o centrômero mediano sendo o 2º par nitidamente menor e mais assimétrico que o 1º par. O 3º par é um subtelocêntrico menor que o precedente. O 4º par mostrou ser o mais metacêntrico de todos os cromossomos desta espécie ao passo que o 6º e 7º pares são nitidamente submetacêntricos. O 7º e 8º pares são telocêntricos sendo o 7º par um pouco maior que o 8º par. Os demais cromossomos formam uma série que decresce gradualmente em tamanho de 9 a 38, e que não podem ser individualizados; parecem ter o centrômero na região st-t.

Como foram analisados só machos, não temos informações sobre os cromossomos sexuais.

4.7. Geopelia cuneata (Latham, 1801)

Esta foi a única espécie não brasileira da qual analisamos um casal de indivíduos adultos.

As figuras 19 e 21 mostram, respectivamente, metáfases da fêmea e do macho e a tabela 9, os resultados das contagens do número de cromossomos. Nessa espécie, o número diplóide é de pelo menos 76 cromossomos tendo em vista o fato de que encontramos uma maior frequência de metáfases com 75 cromossomos.

Estas metáfases e aquelas em que encontramos 76 cromossomos pudemos individualizar bem todos os cromossomos, o que nos levou a considerar esse número o mais consistente que pudemos determinar para Geopelia cuneata.

Tabela 9 - Frequência do número de cromossomos contados em Geopelia cuneata

Sexo	Nº de cromossomos								Total
	70	71	72	73	74	75	76	77	
♂	2	1	-	-	2	3	1	1	10
♀	1	2	1	1	2	5	3	-	15
Total	3	3	1	1	4	8	4	1	25

As figuras 20 e 22 mostram respectivamente os cariótipos da fêmea e do macho e na tabela 10 estão os dados de comprimento relativo e relação de braços. O complemento cromossômico desta espécie tem em média 68,5 μ de comprimento (tabela 11), em metáfases cujos cromossomos medem de 5,2 μ a 0,3 μ . Os 9 primeiros pares são identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero. Os cromossomos 1 e 2 são metacêntricos, sendo que o nº 1 é nitidamente maior porém mais assimétrico. O 3º par é subtelocêntrico. Os pares 4, 5 e 6 apresentam centrômero subterminal e são portanto submetacêntricos: o 4 se distingue pelo tamanho nitidamente maior. Os pares 7, 8 e 9 apresentam centrômero subterminal. Os demais cromossomos formam uma série decrescente de 10 a 38,

tendo a maioria, aparentemente, centrômero terminal ou subterminal.

Na fêmea aparece um cromossomo ímpar, submetacêntrico, correspondente ao 4º par no macho, com cerca de 2,7 μ de comprimento, sendo êsse portanto, o cromossomo sexual Z. Seu comprimento relativo corresponde a 7,8% do lote haplóide.

Êstes dados diferem bastante daquêles de Itoh et al. (1969). Referem-se à identificação do cromossomo Z, considerado correspondente ao 3º par, à sua morfologia, considerada como subtelocêntrico e ao número de cromossomos considerado como sendo 72.

Quanto ao W, Itoh considerou-o um pequeno telocêntrico correspondente ao 7º par. Em nossas preparações pudemos muito bem distinguir um cromossomo submetacêntrico, com comprimento relativo equivalente a 4,4% do lote haplóide, com cerca de 1,5 μ de comprimento e correspondente ao 7º par.

Tabela 10 - Comprimento relativo, relação de braços e designação dos cromossomos das espécies analisadas

<u>Claravis pretiosa</u> (Ferrari-Perez, 1886)										
Nº dos cromossomos	1	2	3	4(Z)	5	6	7	8	9-37	W
Comprimento relativo	14.2	13.5	11.1	7.2	3.9	3.9	2.9	2.6	2.4-0.6	5.8
Relação de braços	1.2	1.3	1.3	1.5	3.0	1.0	>7	>7	-	1.4
Designação dos cromossomos	m	m	m	m	st	m	t	t	st-t	m
<u>Columba picazuro</u> Temminck, 1813										
Nº dos cromossomos	1	2	3	4(Z)	5	6	7	8	9-38	W
Comprimento relativo	12.8	9.9	7.4	5.2	4.7	4.5	3.3	2.6	2.2-0.4	2.6
Relação de braços	1.4	1.6	5.7	1.3	1.6	1.7	2.1	2.0	-	1.3
Designação dos cromossomos	m	m	st	m	m	sm	sm	sm	st-t	m
<u>Columbina picui</u> (Temminck, 1813)										
Nº dos cromossomos	1	2	3	4(Z)	5	6	7	8	9-38	W
Comprimento relativo	13.7	10.2	6.9	5.6	4.3	3.8	3.4	2.8	2.6-0.4	3.0
Relação de braços	1.5	>7	>7	>7	>7	>7	1.0	>7	-	2.5
Designação dos cromossomos	m	t	t	t	t	t	m	t	st-t	sm

= continua =

Leptotila verreauxi (Bonaparte, 1855)

Nº dos cromossomos	1	2	3	4	5	6	7	8-39
Comprimento relativo	13.9	10.8	8.0	5.8	5.2	5.0	4.4	2.3-0.7
Relação de braços	1.5	2.3	4.3	1.0-1.9	1.1	1.9	2.6	-
Designação dos cromossomos	m	sm	st	m-sm	m	sm	sm	st-t

Scardafella squammata (Lesson, 1831)

Nº dos cromossomos	1	2	3	4	5(Z)	6	7	8	9	10-39	W
Comprimento relativo	13.5	11.3	7.8	6.0	5.9	3.9	3.2	2.9	2.8	2.4-0.6	4.9
Relação de braços	1.4	1.5	3.8	5.3	1.1	3.0	>7	>7	>7	-	2.0
Designação dos cromossomos	m	m	st	st	m	st	t	t	t	st-t	sm

Zenaida auriculata Bertoni, 1901

Nº dos cromossomos	1	2	3	4	5	6	7	8	9-38
Comprimento relativo	13.2	10.5	8.2	6.9	6.2	5.6	4.2	3.9	3.2-1.0
Relação de braços	1.5	1.7	3.8	1.0	1.9	1.9	>7	>7	-
Designação dos cromossomos	m	sm	st	m	sm	sm	t	t	st-t

Geopelia cuneata (Latham, 1801)

Nº dos cromossomos	1	2	3	4(Z)	5	6	7	8	9	10-38	W
Comprimento relativo	15.0	11.2	8.4	7.8	5.8	5.0	3.8	3.2	2.8	2.3-0.6	2.3
Relação de braços	1.6	1.5	5.0	2.5	2.3	2.3	3.3	3.0	3.0	-	1.5
Designação dos cromossomos	m	m	st	sm	sm	sm	st	st	st	st-t	m

Tabela 11 - Comprimento total do lote diplóide das espécies analisadas

Espécies	Comprimento total (μ)
<u>Claravis pretiosa</u>	86,3
<u>Columba picazuro</u>	70,7
<u>Columbina picui</u>	61,5
<u>Leptotila verreauxi</u>	60,0
<u>Scardafella squammata</u>	80,8
<u>Zenaida auriculata</u>	61,0
<u>Geopelia cuneata</u>	68,5

5. DISCUSSÃO

5.1. Número de cromossomos

De acordo com nossas observações, encontramos sempre uma certa variação nas contagens do número de cromossomos das espécies analisadas.

Matthey (1949, 1951) achava impossível a determinação exata do número diplóide uma vez que existe um grande número de cromossomos que não ultrapassam 1μ e foi por este motivo que ele criticou severamente as conclusões da escola japonesa sobre a determinação exata do número de cromossomos.

O desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas técnicas levaram os citologistas a considerar que o número de cromossomos em aves é fixo. O problema surge quando da interpretação dos dados obtidos nas contagens dos cromossomos. Podemos citar alguns exemplos para ilustrar este fato. O número diplóide mínimo de cromossomos determinado em galinha foi 78, pelos estudos de Owen (1965). Talluri e Vegni (1965) admitiram a determinação do número exato de cromossomos em Coturnix coturnix japonica Temminck & Schlegel, 1849, e o mesmo aconteceu com Renzoni e Vegni-Talluri (1966) quando estudaram algumas aves das Ordens Falconiformes e Strigiformes. Hammar (1966, 1970) mencionou o número aproximado para 40 espécies analisadas. Itoh et al. (1969) consideraram difícil a contagem exata do número de cromossomos em 14 espécies por eles analisadas devido à presença de cromossomos muito pequenos. Ray-Chanduri et al. (1969) descreveram o cariótipo de 11 espécies de aves, tendo organizado uma tabela de frequência do número diplóide de cromossomos.

Aguiar (1968) admitiu que a variação encontrada nas contagens se deve à dificuldade de se determinar exatamente o número de cromossomos em grande parte das células. A presença de cromossomos pequenos, muitos dos quais com dimensões abaixo de $0,5\mu$, poderia ter escapado à observação por falta de colaboração mais intensa ou então por sobreposição de cromossomos maiores ou ainda por perda durante a preparação. Estas circunstâncias seriam fatores que causariam a diminuição na contagem do número de

cromossomos. Por outro lado, a fissuração longitudinal em duas cromátides nos cromossomos menores, e a dificuldade surgida na consideração de dois pontos próximos como um ou dois cromossomos, poderiam ter levado a um aumento na contagem do número de cromossomos. Podemos concluir que o número de cromossomos em aves é fixo, havendo apenas dificuldades na sua determinação exata.

Pudemos chegar à conclusão sobre o número mais provável através da análise de metáfases nítidas. Consideramos este número em alguns casos como o exato e em outros como o número que pudemos determinar, da mesma maneira como tem considerado outros autores (Hammar, 1970; Piccinni e Stella, 1970).

Nas espécies analisadas, o número de cromossomos determinado se encontra, em linhas gerais, dentro dos limites encontrados na literatura, qual seja 72-80 cromossomos para os Columbiformes, havendo maior frequência dos números 76 e 78.

5.2. Cromossomos sexuais

A existência da digametia feminina foi um ponto que serviu de controvérsia até 1961, quando Frederic (citado por Schmid, 1962) mencionou a presença de um cromossomo W em aves. Logo em seguida, Schmid (1962) descreveu um W em galinha. Daí para cá, vários autores evidenciaram a presença de um cromossomo W em diferentes espécies de aves (Bloom, 1969; Jovanović e Atkins, 1969; Itoh et al., 1969; Hammar, 1970; e outros).

Nossos dados mostram o mecanismo de determinação do sexo do tipo ZZ-ZW.

Com exceção das espécies Leptotila verreauxi e Zenaidura auriculata, nas quais estudamos apenas os machos, não tivemos dificuldade em distinguir o cromossomo W, pois o mesmo sempre se mostrou metacêntrico ou submetacêntrico, o que o tornava bem distinto dos demais cromossomos do complemento. Hammar (1966, 1970) verificou que o W é bem distinto em certas espécies de Anseriformes. Itoh et al. (1969), também não encontraram dificuldade para identificar o cromossomo W nas espécies de Columbiformes que estudaram.

Nas espécies em que identificamos o cromossomo Z,

podemos notar que o mesmo apresentou comprimento entre $1,7\mu$ a $3,0\mu$, equivalente a 6% - 7% do lote haplóide. Ohno et al. (1964) investigaram 6 espécies de diferentes ordens, e um híbrido inter familiar, todos de origens geográficas diferentes e concluíram que a área do cromossomo Z é semelhante em aves. Em linhas gerais, nossos dados estão de acôrdo com os desses autores.

A comparação do aspecto morfológico do cromossomo Z mostra que há certas variações entre as espécies analisadas. Em Claravis pretiosa, Scardafella squammata e Columba picazuro, o Z tem centrômero mediano; em Columbina picui é telocêntrico e em Geopelia cuneata aparece com centrômero na região sub-metacêntrica.

Levando-se em consideração o fato de o cromossomo Z não apresentar grandes variações de tamanho e apresentar uma morfologia variável, que vai de metacêntrico a terminal, podemos aventar a hipótese de que, durante a diversificação daquelas espécies, teriam ocorrido inversões pericêntricas no cromossomo Z, que alterariam sua morfologia, sem lhe alterar significativamente o tamanho.

Verificamos ser o cromossomo W sempre menor que o Z. Além disso, devemos fazer aqui uma observação no que se refere ao tamanho daquele cromossomo em aves das espécies do gênero Claravis e Scardafella, em que o W apresentou dimensões relativamente grandes quando comparadas com as de outras espécies.

Morfologicamente, o cromossomo W não apresentou muita variação entre as espécies por nós estudadas: metacêntrico em Claravis pretiosa e Columba picazuro e submetacêntrico em Scardafella squammata e Geopelia cuneata. No entanto, Itoh et al. (1969) descreveram o W como sendo telocêntrico em Streptopelia decaoto e Geopelia cuneata, e metacêntrico em Columba livia. Aguiar (1968) descreveu o W como sendo subtelo-cêntrico em Columbina talpacoti e submetacêntrico em Streptopelia decipiens. Em Columba palumbus, Hammar (1966) descreveu-o como submetacêntrico.

Ao contrário do cromossomo Z, o W apresentou variações de tamanho, além de apresentar variação na morfologia, o que

mostra que êle deve ter passado por maiores modificações na evolução cariotípica dos Columbidae.

5.3. Aspectos gerais do cariótipo

De um modo geral, pudemos identificar de 7 a 9 pares de cromossomos maiores e cerca de 30 pares de cromossomos de tamanho diminuto. Em Claravis pretiosa, Columba picazuro, Leptotila verreauxi e Zenaida auriculata, a passagem de cromossomos maiores para menores é mais abrupta, e isto foi notado por Aguiar (1968), em Columba cayennensis, Columbina talpacoti e Streptopelia decipiens. Em outras espécies, como Columbina picui, Scardafella squammata e Geopelia cuneata a passagem é menos abrupta.

Os cariótipos de Columbina picui, Claravis pretiosa e Scardafella squammata, constituídos por 38 pares, 37 pares e 39 pares, respectivamente, apresentam um aspecto bastante inco - mum em aves da Ordem Columbiformes. A primeira, por apresentar apenas dois pares metacêntricos (o 1º e 7º pares), o W submetacêntrico e todos os outros cromossomos do lote, inclusive o Z, telocêntrico; a segunda, por apresentar os três primeiros pares metacêntricos, quando via de regra o 2º par é submetacêntrico e o 3º par subtelo - cêntrico ou telocêntrico; e a terceira, por apresentar um número grande de telocêntricos e subtelo - cêntricos entre os pares maiores, quando normalmente êste número é baixo, geralmente não mais que dois pares telocêntricos e subtelo - cêntricos. Cariótipos diferentes dos encontrados tipicamente em aves foram descritos para algumas espécies de Strigiformes e Falconiformes (Renzoni e Vegni-Talluri, 1965), nas quais os cromossomos são, em geral, de pequeno tamanho.

Nossos dados sobre comprimento total do lote diplóide de mostram valôres entre 60,0 μ e 86,3 μ (tabela 11), porém devemos levar em consideração as diferenças no grau de contração dos cromossomos. Considerando êste fator, podemos dizer que existe uma certa uniformidade na quantidade de material cromossômico. Isto confirmaria as observações de Ohno et al. (1964) e Atkin et al. (1965) que verificaram existir uma uniformidade na área cromossômica total e no conteúdo de DNA, em células de aves. Muito embora as espécies por nós analisadas apresentem cariótipos com as -

pectos bastante incomuns, podemos aventar a hipótese que nesta ordem a evolução do cariótipo se processou sem grande perda ou ganho de material genético.

5.4. Morfologia dos cromossomos nas espécies estudadas

Uma das características mais evidentes, encontradas em nossos estudos, foram certos aspectos incomuns, na morfologia dos cromossomos em espécies relacionadas.

Pelas observações dos dados da tabela 10, que ilustram as características morfológicas dos cromossomos, podemos verificar a grande variação na morfologia dos cromossomos das 7 espécies analisadas.

Em estudos comparativos de outras espécies de Columbiformes (Ray-Chaudhuri et al., 1969; Hammar, 1966; Itoh et al., 1969), foi evidenciada, em linhas gerais, grande semelhança entre os complementos cromossômicos, dados que vão frontalmente contra nossas observações. Por outro lado, Aguiar (1968) verificou, em 4 espécies pertencentes a gêneros diferentes de Columbiformes, que esse grupo se caracteriza por apresentar diferenças evidentes entre as espécies analisadas, notadamente na posição do centrômero, havendo uma predominância de elementos metacêntricos e submetacêntricos.

Hammar (1966), comparando Columba palumbus com Columba livia, mencionou que essas espécies do hemisfério norte são muito semelhantes, com diferenças apenas no cromossomo W.

Aguiar (1968), comparando Columba cayennensis com Columba palumbus (Hammar, 1966) verificou certas diferenças morfológicas nos cromossomos destas duas espécies de regiões geográficas diferentes: na espécie européia (C. palumbus), os cromossomos 5 e 6 são submetacêntricos e o 7 e 8 são relativamente pequenos e subtelo-cêntricos, enquanto que na espécie brasileira (C. Cayennensis), os cromossomos 5 e 6 são metacêntricos e o 7 e 8 são relativamente grandes e submetacêntricos.

Itoh et al. (1969), comparando o cariótipo de Columba livia, Geopelia cuneata e Streptopelia risoria, verificaram que a forma dos cromossomos do 1º ao 5º par é muito similar

entre pombas e rôlas. Os pares de n^{os} 6 e 7 apresentam diferenças entre as três espécies. O par n^o 6 é telocêntrico na Columba livia, submetacêntrico em Geopelia cuneata e metacêntrico em Streptopelia risoria. Quanto ao cromossomo Z, verificaram que o mesmo era metacêntrico em C.livia e S.risoria e submetacêntrico em Geopelia cuneata. O W era metacêntrico em C.livia e telocêntrico nas outras duas espécies.

Ray-Chaudhuri et al. (1969) verificaram que existia uma certa similaridade entre os 9 primeiros pares de cromossomos de Columba palumbus e Columba livia. Quando compararam os cromossomos de Streptopelia orientalis com os das duas espécies de Columba observaram uma diferença surpreendente. A diferença significativa é que os pares 4 e 5 são submetacêntricos em aves do gênero Columba, e os pares 7 e 11 só são telocêntricos em aves do gênero Streptopelia. O cromossomo Z era metacêntrico para as três espécies, ao passo que o W era bem distinto para as duas espécies de Columba, não sendo identificável morfologicamente em Streptopelia.

5.5. Cariótipo e evolução

De uma maneira geral, podemos verificar que existe uma certa semelhança entre os cariótipos das diferentes espécies de Columbiformes da Europa e do Velho Mundo.

Nossos dados mostram claramente a diversidade de cariótipos dos Columbiformes Sul Americanos, Os cariótipos mais in comuns pertencem exatamente aos gêneros que apresentam poucas espécies, como por exemplo Claravis, que no Brasil é representado por apenas duas espécies (C.pretiosa e C.godefrida); Scardafella, que é representado por uma única espécie (S.squamata); Columbina, que apresenta uma única espécie representante do gênero, que é C.picui (segundo Pinto, 1964), e finalmente Zenaida auriculata também a única espécie representante do gênero.

Comparando-se os cariótipos das diferentes espécies de Columbiformes do gênero Columba, tanto da Europa e Velho Mundo quanto da América, notamos uma semelhança muito grande entre eles. Esse gênero é o que apresenta maior uniformidade de cariótipo para as diferentes espécies que o compõem. Segundo Goodwin

(1967) e Petters (1931 - 1962) temos como representantes brasileiros do gênero Columbina as seguintes espécies: C.minuta, C. passerina, C.talpacoti e C.picui. Se compararmos o cariótipo de Columbina talpacoti (Aguiar, 1968) com nossos dados sobre Columbina picui vamos encontrar diferenças marcantes; basta dizer que C.picui apresenta apenas o 1º e 7º pares metacêntricos e o W submetacêntrico, sendo os demais cromossomos telocêntricos. Já em C.talpacoti, os pares 1, 2, 4, 5 e 6 são metacêntricos, o 3º par e o W são subtlocêntricos e o restante tem centrômero na região sub-terminal ou terminal. Em Claravis pretiosa, notamos uma predominância de metacêntricos, e em Scardafella squammata, de telocêntricos e subtlocêntricos.

Nossos dados sobre Geopelia cuneata diferem bastante daquêles da literatura (Itoh et al., 1969) pois identificamos os dois primeiros pares como sendo metacêntricos, o Z como sendo o 4º par, submetacêntrico, o W como sendo submetacêntrico e o número diplóide de cromossomos ao redor de 76. Aguiar (1968) descreveu os cariótipos de dois machos de Leptotila verreauxi, os quais são muito concordantes com nossos dados.

Pudemos verificar que o 4º par de cromossomos de L.verreauxi apresenta homólogos com relação de braços que diferem significativamente, sendo um metacêntrico (RB: 1,04) e o outro submetacêntrico (RB: 1,90). Considerando que não foi detectada diferença significativa entre os homólogos dos pares restantes, e que temos duas espécies representantes do gênero Leptotila, que são L.verreauxi e L.rufaxila, as quais não devem normalmente produzir híbridos na natureza, podemos excluir a hipótese de a espécie por nós estudada ser um híbrido natural. Ficamos, então, com a possibilidade de que em um dos homólogos do 4º par deva ter ocorrido uma alteração na posição do centrômero, sem afetar o tamanho do cromossomo. Esta hipótese, para explicar a diversificação dos grupos taxonômicos superiores, foi proposta por Aguiar (1968), que considerou o fato de terem ocorrido inversões pericêntricas no cromossomo Z. Muito embora não tenhamos identificado este cromossomo em Leptotila verreauxi, sabemos que o par sexual ZZ corresponde quase sempre ao 4º par nos Columbiformes. Para que esta hipótese seja confirmada, sugerimos a análise de um

maior número de indivíduos desta espécie.

Os resultados aqui apresentados deixam transparecer que, durante a evolução das espécies por nós estudadas, ocorreram rearranjos estruturais, tais como: inversões pericêntricas, translocações, etc., os quais teriam causado diferenças marcantes nos cariótipos. São dados importantes sob o ponto de vista citotaxonômico, pois permitem estabelecer a filogenia dos Columbiformes com base no cariótipo. Isto será realizado futuramente na preparação de uma Tese de Doutoramento.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

1) Objetivo: a - caracterização dos principais aspectos da constituição cromossômica das aves estudadas, analisando as estáfases mitóticas: número diplóide e morfologia dos cromossomos; b - pela comparação dos dados obtidos, acrescentar à literatura, algumas informações sobre a evolução do cariótipo em aves.

2) Material e métodos: analisamos o complemento cromossômico de 7 espécies de aves pertencentes à Ordem Columbiformes (Familia Columbidae): Claravis pretiosa, Columba picazuro, Columbina picui, Geopelia cuneata, Leptotila verreauxi, Scardafella squammata e Zenaida auriculata.

Utilizamos o método de esmagamento com o emprego de pré-tratamento do material com colchicina e solução hipotônica.

Pelas dificuldades encontradas na enumeração exata, consideramos o número diplóide determinado mais consistentemente, baseando-se na nitidez das estáfases.

3) Resultados e conclusões: a - nas espécies analisadas, o número de cromossomos é alto, oscilando entre 74 e 78. O número menor encontrado foi em Claravis pretiosa, onde determinamos 74 cromossomos, e o maior foi em Scardafella squammata e Leptotila verreauxi, onde determinamos 78 cromossomos.

As espécies estudadas se caracterizam por apresentar 7 a 9 pares de cromossomos de tamanho maior e, aproximadamente 30 pares de tamanho diminuto; b - o comprimento relativo do cromossomo Z é bastante semelhante nas várias espécies (de 6% a 7%), o que sugere que este cromossomo contém a mesma quantidade de material nas espécies analisadas. Outro aspecto relativo ao cromossomo Z é a variação morfológica encontrada nas espécies analisadas e isto nos levou a levantar a hipótese de que nestas espécies tenham se processado inversões pericêntricas no cromossomo Z, sem no entanto alterar sensivelmente seu tamanho; c - morfológicamente o W não apresentou muita variação entre as espécies, porém apresentou variação de tamanho; d - nossas observações mostraram que o comprimento total do lote diplóide é de 60,0µ a 86,3µ. Isto pode sugerir que a quantidade de material cromossômico é também bastante

uniforme nas espécies analisadas; e - na espécie do gênero Columba, o cariótipo é bastante semelhante aos já descritos na literatura; em outras espécies dos gêneros Columbina, Claravis e Scardafella, os cariótipos apresentam diferenças morfológicas contrastantes. Estes aspectos levam à hipótese de que em Columbiformes ocorreram com mais frequência, rearranjos estruturais, que teriam causado diferenças mais marcantes no cariótipo das várias espécies.

7. SUMMARY

The purposes of the present investigation were: a - to determine the main characteristics of the chromosome number, by mitotic analysis: diploide number and chromosome morphology; b - to obtain information concerning the evolution of bird karyotype.

The karyotype of 7 species of birds were investigated: Claravis pretiosa, Columba picazuro, Columbina picui, Geopelia cuneata, Leptotila verreauxi, Scardafella squammata and Zenaidura auriculata.

Chromosomal preparations were made from squash, using hypotonic and colchicine pretreatment.

It was observed that the diploid chromosome number, about 74 to 78, of the species was in general agreement with the number of others species of the analysed Order, as reported in the literature.

In all the species studied, there were 7 to 9 pairs of larger chromosomes and nearly 30 pairs of smaller ones.

The relative lengths of the Z chromosomes of various species were nearly the same, varying from 6% to 7%. It may be inferred that they contain the same amount of material.

Different positions of the centromere of the Z chromosome were found, which probably means that the diversification among species has involved pericentric inversions in these chromosomes.

Morphological similarity of the W chromosome of various species was found. The relative length of the W chromosome was very different in the analysed species.

The uniformity of the ~~length~~ of the total diploid set varies from 60,0 μ to 86,3 μ and suggests that the total chromosome area is rather uniform.

Large similarities in karyotype between species of the same genus, Columba, was observed; in others, Columbina, Claravis and Scardafella were observed striking morphological differences, probably meaning that the development on specificity in Columbiformes has occurred by means of the structural rearrangements.

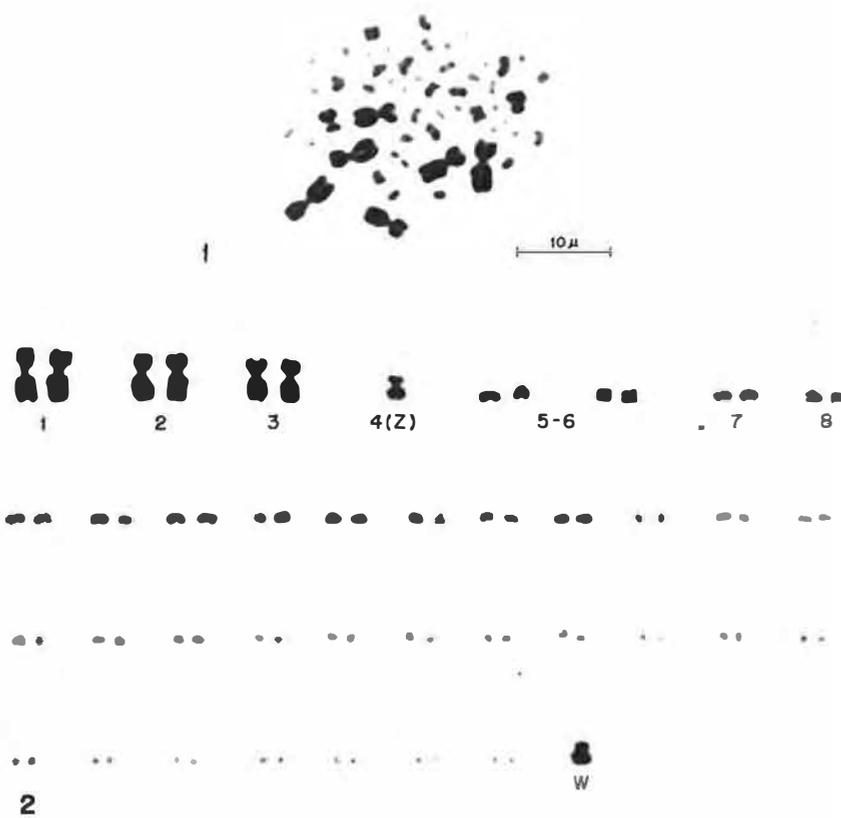
9. BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, M.L.R. de: Estudo do complemento cromossômico em algumas ordens de Aves. Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" para obtenção do grau de Doutor. 1968.
- ATKIN, N.B., MATTINSON, G. BEÇAK, W. & OHNO, S.: The comparative DNA content of 19 species of placental mammals, reptiles and birds. Chromosoma 17: 1-10. 1965.
- BEÇAK, W.: Cromossomos humanos. Ciênc. Cult. 14: 59-70. 1962.
- BHATNAGAR, M.K.: Mitotic chromosome of white chinese geese. J.Hered. 59: 191-195. 1968.
- BLOOM, S.E.: Mitotic chromosomes of mallard ducks. J.Hered. 60: 35-38. 1969.
- BRINK, J.M., van: L'expression morphologique de la digamétie chez les Sauropsidés et les Monotrèmes. Chromosoma 10: 1-72. 1959.
- BRINK, J.N., van & UBBELS, G.A.: La question des hétérochromomes chez les Sauropsidés: Oiseaux. Experientia 12: 162-164. 1956.
- EAGLE, H.: The nutrition and metabolism of cultures mammalian cells. In: Pavan, C., Chagas, C., Frota-Pessoa, O. & Caldas, L.R. eds. Mammalian cytogenetics and related problems in radiobiology. New York, Pergamon, 1964. pp.3-16.
- GAVAUDAN, P., GAVAUDAN, N. & POMRIAS KINSKY-KOBOZIEFF, N.: Sur l'influence de la colchicine dans les méristemes radiculaires de l'Allium cepa. C.R. Soc. Biol. 125: 705: 1937
- GOODWIN, D.: Pigeons and doves of the world. Trustes of the British Museum (Natural History). London 1967. 446p.
- HAMMAR, B.: The karyotypes of nine birds. Hereditas 55: 367-385. 1966.
- HAMMAR, B.: The karyotype of thirty-one birds. Hereditas 65: 29-58. 1970.
- HSJ, T.C. & POMERAT, C.M.: Mammalian chromosomes in vitro. II A method for spreading the chromosomes of cells in tissue culture. J. Hered. 40: 23.1953.

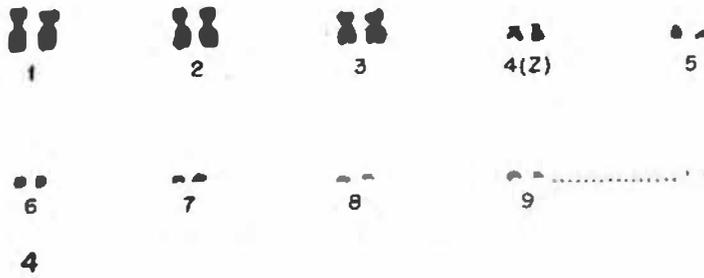
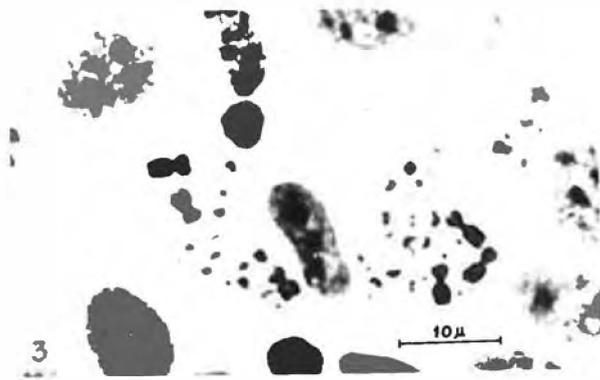
- HSU, T.C.: Mammalian chromosomes in vitro. The karyotype of man. J.Hered. 45: 167. 1952.
- HUGHES, A.: Some effects of abnormal tonicity and dividing cells in chick tissues cultures. Quart. Micro. Sc. 93: 207. 1952.
- ITOH, M., IKEUCHI, T., SHIMBA, H., MORI, M., SASAKI, M. & MAKINO, S.: A comparative karyotype study in fourteen species of birds. Japan. J.Genet. 44: 163-170. 1969.
- JOVANOVIC, V. & ATKINS, L.: Karyotypes of four Passerine birds belonging to the families Turdidae, Mimidae and Corvidae. Chromosoma 26: 388-394. 1969.
- KRISHAN, A., & SHOFFNER, R.N.: Sex chromosomes in the domestic fowl (Gallus domesticus), turkey (Meleagris gallopavo) and the chinese pheasant (Phasianus colchicus). Cytogenetics 5: 53-63. 1966.
- LEVAN, A. & HAUSKA, T.C.: Chromosome numbers of three mouse ascite tumors. Hereditas 38: 251. 1952.
- LEVAN, A., FREDGA, K. & SUUBERG, A.A.: Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas 52: 201-220. 1964.
- MAKINO, S.: An atlas of the chromosome numbers in animals. Ames, Iowa St. Coll., 1951. 290p.
- MAKINO, S.: A cytological study of the Yoshida sarcoma, ascite tumor of white rats. Chromosoma 4: 649. 1952.
- MATTHEY, R.: Les chromosomes des vertèbrés. Lausanne, F. Rouge, 1949. 356p.
- MATTHEY, R.: The chromosomes of the vertebrates. Adv. Genet. 4: 159-180. 1951.
- NEWCOMER, E.H.: The karyotype of the domestic fowl. In: Gèerts, S. J. ed. Genetic today. Oxford, Pergamon, v.1, 1963. pp.103-104.
- OGUMA, K.: Studies on sauropsid chromosomes. V. The karyotypes of the quail and the duck, different from those reported by previous authors. Ann. Zool. Jap. 17: 612-622. 1938.

- OHNO, S., STENIUS, O., CHRISTIAN, L.C., BEÇAK, W. & BEÇAK, M.L.: Chromosomal uniformity in the avian sub-class Carinatae. Chromosoma 15: 280-288. 1964.
- OHNO, S.: Sex chromosomes and microchromosomes of Gallus domesticus. Chromosoma 11: 484-498. 1961.
- OWEN, J.J.T.: Karyotype studies on Gallus domesticus. Chromosoma 16: 601-608. 1965.
- PAINTER, T.S.: Studies in mammalian spermatogenesis. II. The spermatogenesis of man. J. Exp. Zool. 37: 291. 1923.
- PETERS, J.L.: Check-list of birds of the world. Cambridge, Harvard Univ. Press. 15v. 1931-1962.
- PICCINNI, E. & STELLA, M.: Some avian karyograms. Caryologia 23: 189-202. 1970
- PINTO, O.M.O.: Ornitologia brasiliense. Catálogo descritivo e ilustrado das aves do Brasil. Iº Volume. Departamento de Zoologia da Secret. da Agricult. do Est. São Paulo. 1964. 183p.
- RAY-CHAUDURI, S.P., RAY-CHAUDURI, R. & SHARMA, T.: The W chromosomes in females of two Indian species of birds. Chromosoma 20: 151-154. 1966.
- RAY-CHAUDURI, R., SHARMA, T. & RAY-CHAUDURI, S.P.: A comparative study of chromosomes of birds. Chromosoma 26: 148-168. 1969.
- RENZONI, A. & VEGNI-TALLURI, M.: The karyograms of some Falconiformes and Strigiformes. Chromosoma 20: 133-150. 1966.
- ROTHFELS, K.H. & SIMINOVICH, L.: The chromosome complement of the Rhesus monkey (Macaca mulata) determined in kidney cells cultivated in vitro. Chromosoma 9: 163-175. 1958b.
- ROTHFELS, K.H., ASPEDEN, M. & MOLLISON, M.: The chromosome of the budgerigar, Melopsittacus undulatus. Chromosoma 14: 459-467. 1963.
- SCHIMID, W.: DNA replication patterns of the heterochromosomes in Gallus domesticus. Cytogenetics 1: 344-352. 1962.

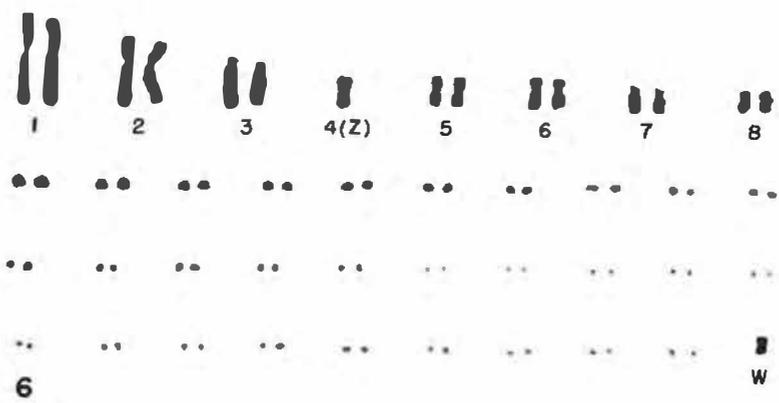
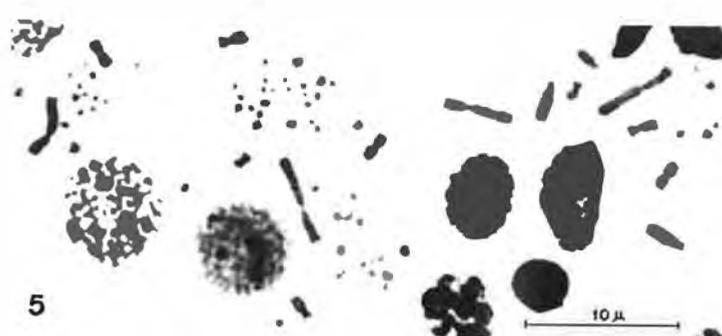
- SCHULTZ, J. & St. LAWRENCE, P.A.: Cytological basis for a map of the nucleolar chromosome of man. J.Hered. 40: 30. 1949.
- TAKAGI, N.& MAKINO, S.: A revised study on the chromosomes of three species of birds. Caryologia 19: 443-455. 1966.
- TALLURI, M.V. & VEGNI, L.: Fine resolution of the karyogram of the Coturnix coturnix japonica. Chromosoma 17: 264-272. 1965.
- TANAKA, T.: A study of the somatic chromosomes in various organs of the white rat (Rattus norvergicus) specially with regard to the number and its variations. Res. Genet. 2: 39. 1951.
- UDAGAWA, T.: Karyogram studies in birds. I. Chromosomes of five Passeres. Cytologia 17: 311-316. 1952.
- YAMASHINA, Y.: Karyotypes studies in birds. I. Comparative morphology of chromosomes in seventeen races of domestic fowl. Cytologia 13: 270-296. 1944.



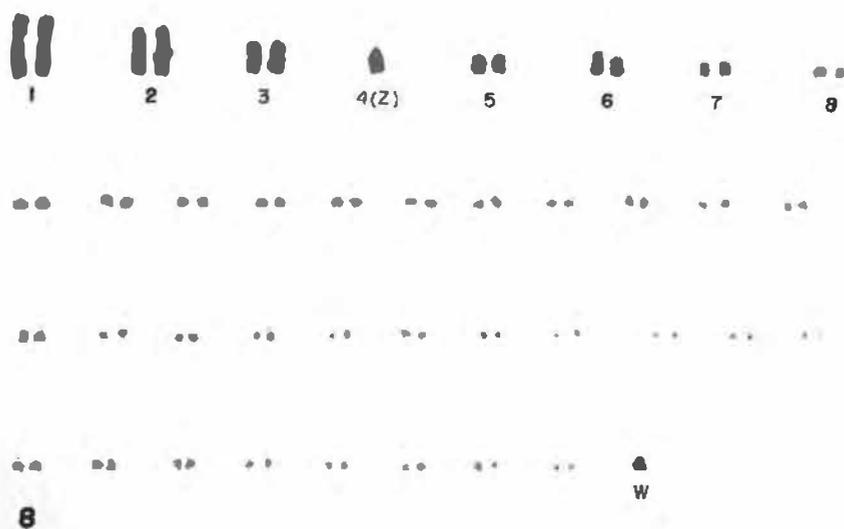
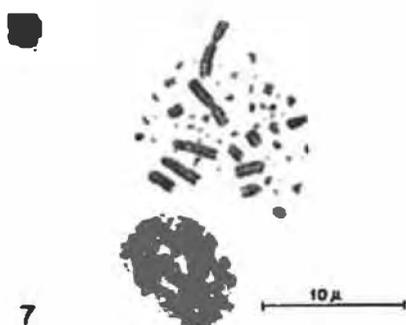
Figs. 1-2. Claravis pretiosa. Fig. 1 - metafase da fêmea. Fig. 2 - cariótipo da fêmea.



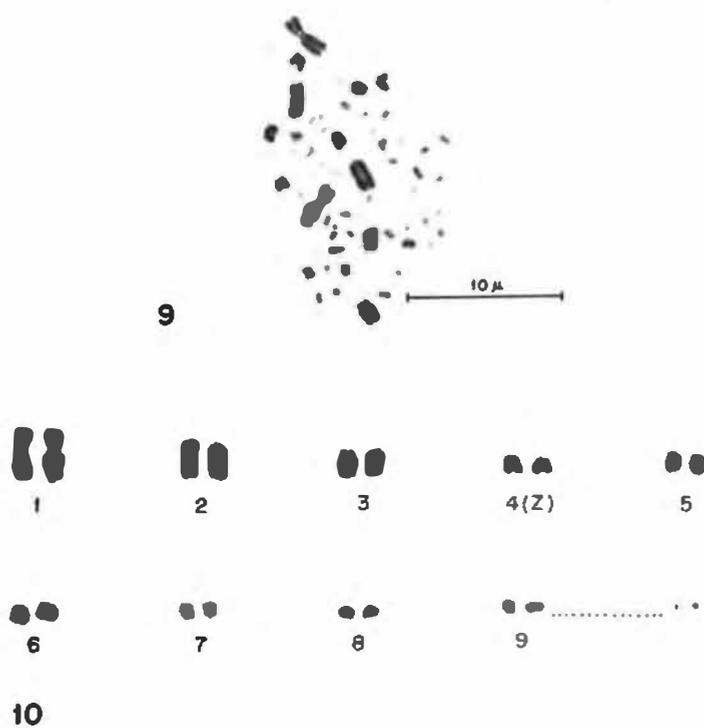
Figs. 3-4. Claravis pretiosa. Fig. 3 - metafase do macho. Fig. 4 - cariótipo do macho.



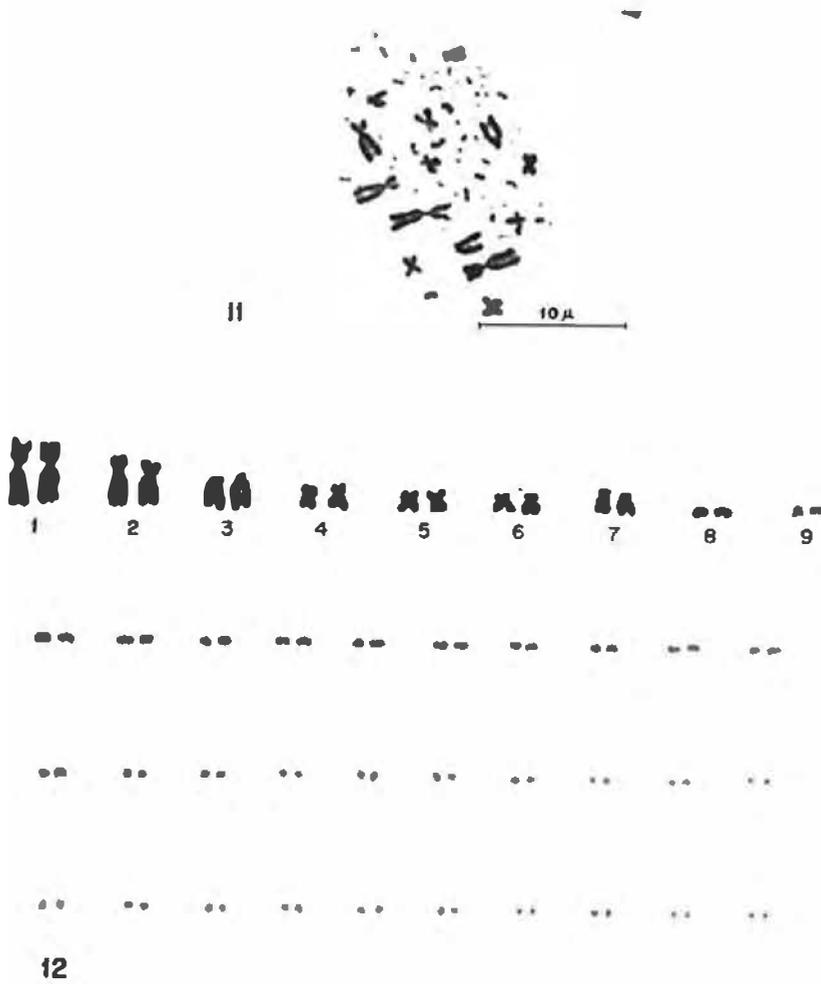
Figs. 5-6. Columba picazuro - Fig. 5 - metáfase da fêmea Fig. 6 - cariótipo da fêmea.



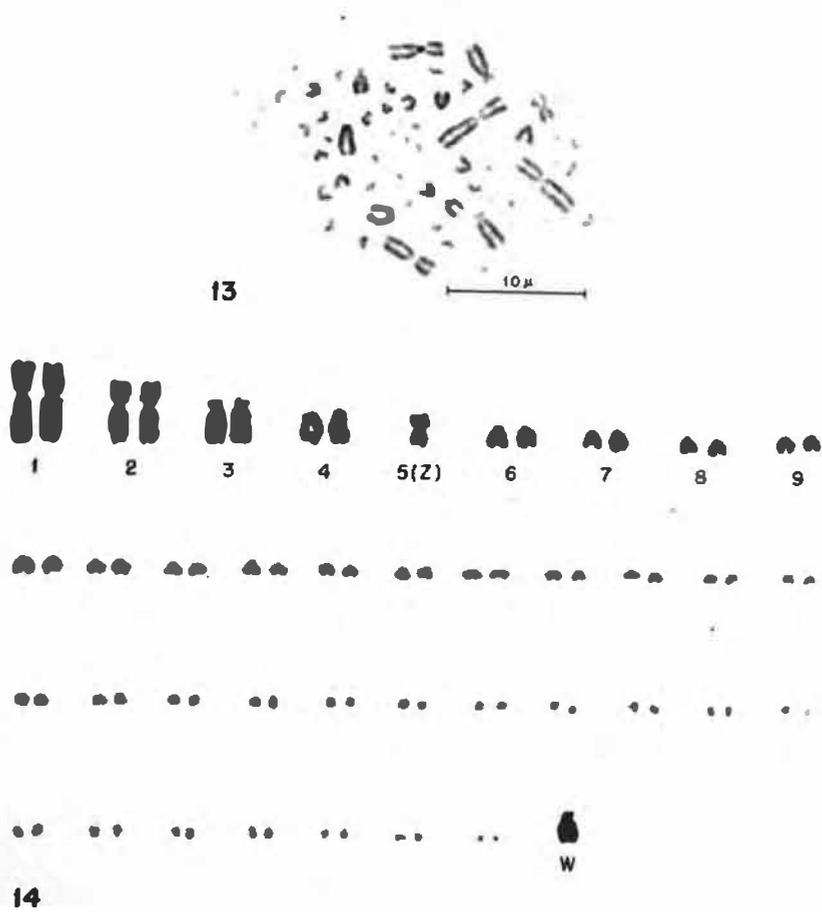
Figs. 7-8. *Columbina picui*. Fig. 7 - metáfase da fêmea. Fig. 8 - cariótipo da fêmea.



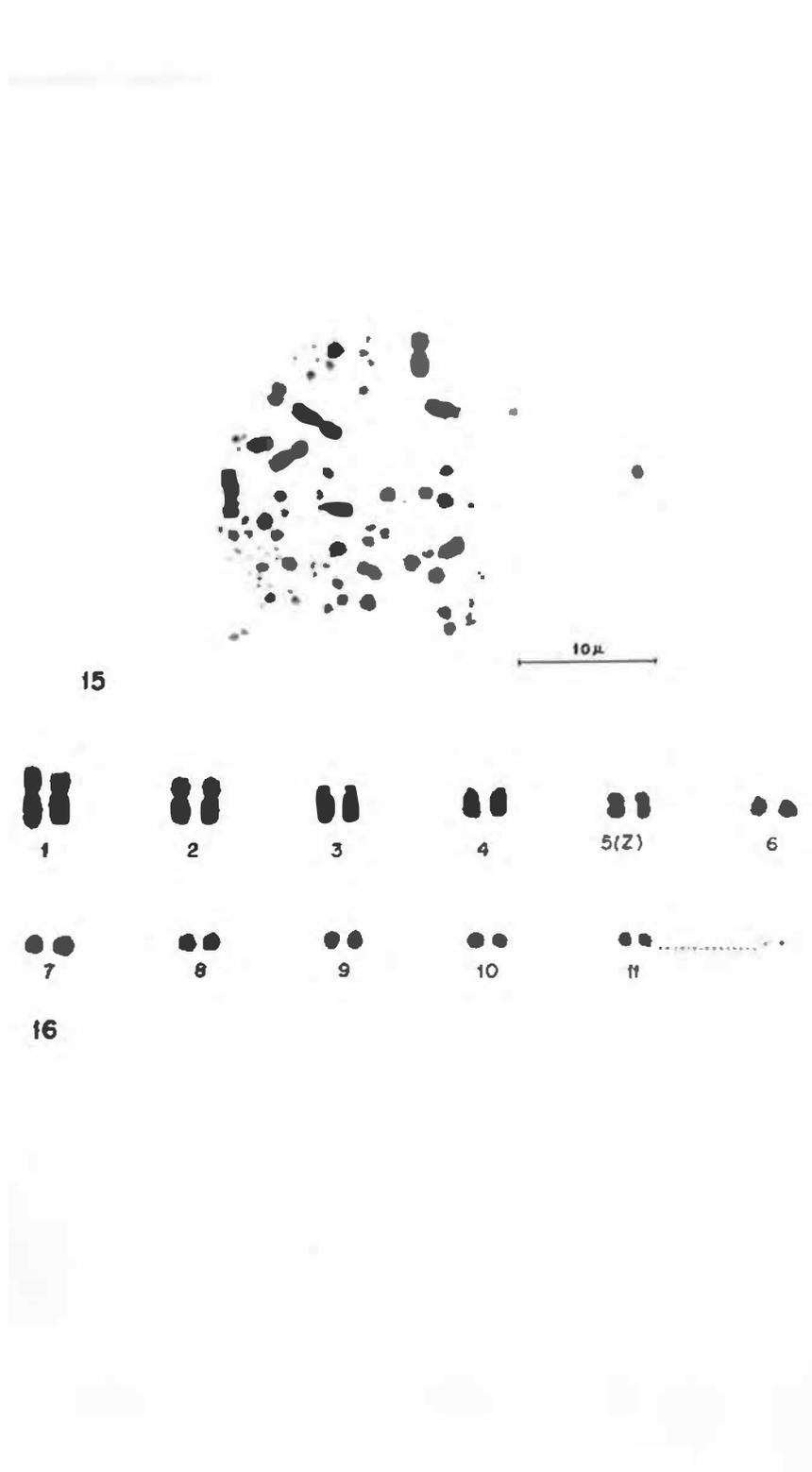
Figs. 9-10. Columbina picui. Fig. 9 - metáfase do macho, Fig. 10-
cariótipo de macho.



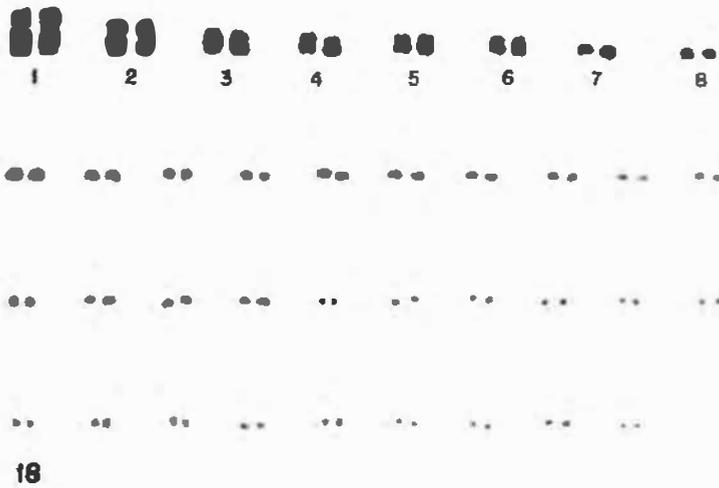
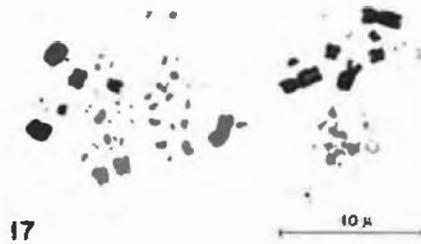
Figs. 11-12. Leptotila verreauxi. Fig. 11 - metafase do macho
Fig. 12 - cariótipo do macho.



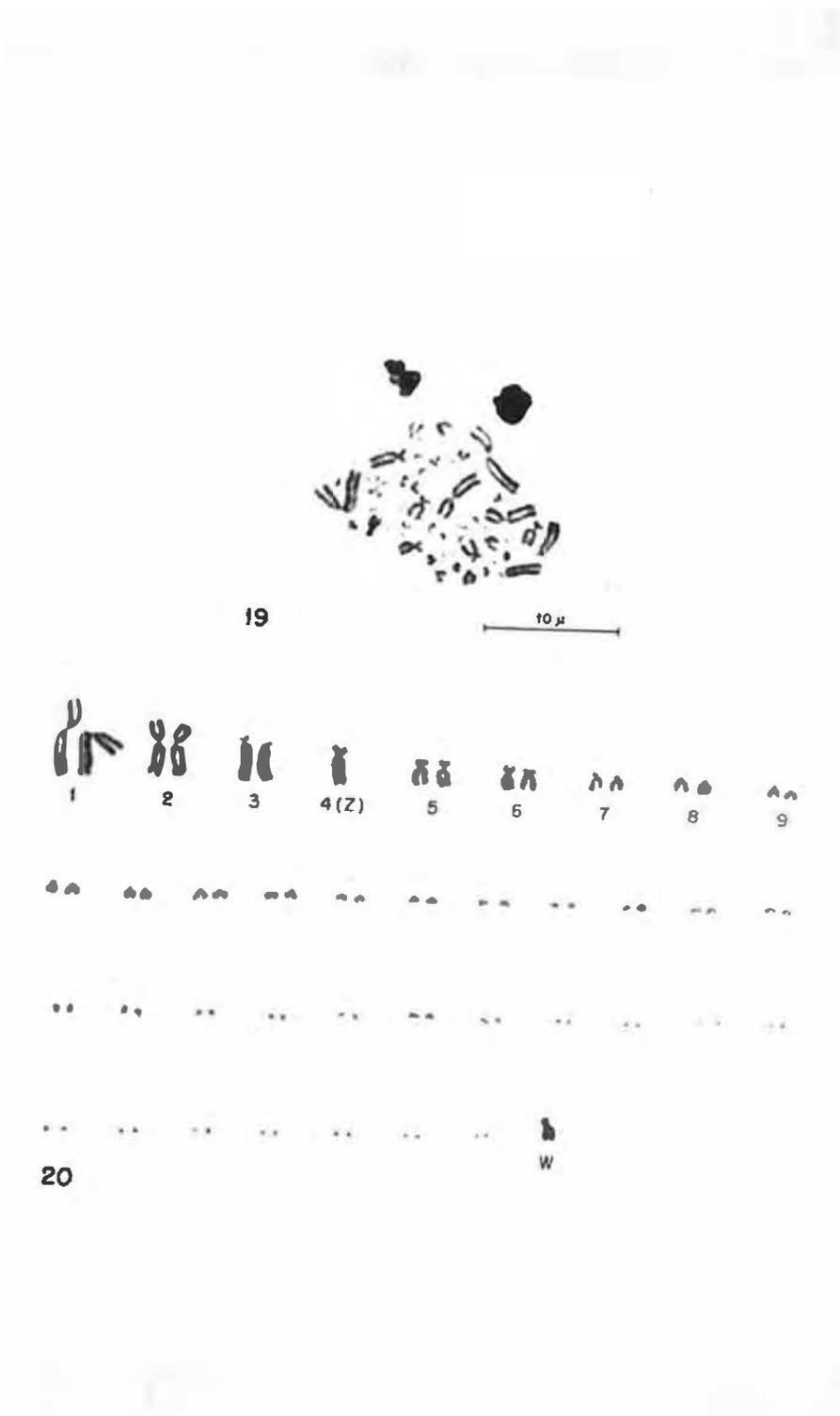
Figs. 13-14. *Scardafella squammata*. Fig. 13 - metafase da fêmea
Fig. 14 - cariótipo da fêmea.



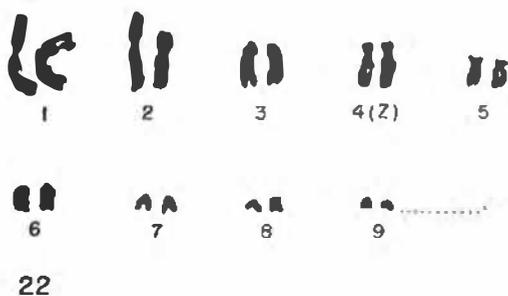
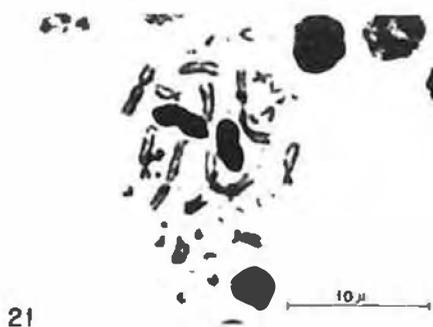
Figs. 15-16. Scardafella squammata. Fig. 15 - metafase do macho
Fig. 16 - cariótipo do macho.



Figs. 17-18. Zenaida auriculata. Fig. 17 - metafase do macho
Fig. 18 - cariótipo do macho



Figs. 19-20. *Geopelia cuneata*. Fig. 19 - metáfase da fêmea.
Fig. 20 - cariótipo da fêmea.



Figs. 21-22. Geopelia cuneata - Fig. 21 - metáfase do macho
Fig. 22 - cariótipo do macho.