

MARGARIDA LOPES RODRIGUES DE AGUIAR.

LICENCIADA EM HISTÓRIA NATURAL

Biologista do Instituto de Genética, anexo à Cadeira nº 19 "Citologia e Genética" da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", U.S.P.

ESTUDO DO COMPLEMENTO
CROMOSSÔMICO EM ALGUMAS
ORDENS DE AVES

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz" para a
obtenção do grau de Doutor

PIRACICABA - São PAULO
1968

A meus pais,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às seguintes pessoas e entidades:

Dr. A. Blumenschein, da Cadeira de Citologia e Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", que, como orientador, nos incentivou e auxiliou durante a realização deste trabalho, e na preparação do manuscrito;

Dr. F.G. Brieger, que nos proporcionou a oportunidade de realizar o presente trabalho no Instituto de Genética da ESALQ, quando Diretor do mesmo;

Dr. J.T.A. Gurgel, da Cadeira de Citologia e Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela leitura do manuscrito e sugestões;

Dr. A.N. Certari, da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP, pelo auxílio prestado na realização das técnicas de cultura de tecidos;

Dr. H.F.A. Camargo, do Departamento de Zoologia da Secretaria da Agricultura, pela classificação dos espécimes analisados, bem como pela complementação da nomenclatura das espécies mencionadas no Histórico;

Dr. A. Buschinelli, Dr. P. de Moraes, Dr. C. Mafra, Dr. A.P. Trivellin, Dr. G.A. Tosello, Srs. A. Gosser e P. Razera, que nos auxiliaram na obtenção das aves estudadas;

Funcionários da Cadeira nº 19 e Instituto de Genética, que nos auxiliaram mais diretamente: Srs. L. Sbrissa, O. Peres, J. Broglio, W. B. Bortolazzo e Srta. M.L. D'Abronzo;

Fundação Rockefeller, que nos concedeu auxílio através da Sociedade Brasileira de Genética, para visitas junto ao Departamento de Zoologia da Secretaria da Agricultura.

A todas as pessoas, que de alguma maneira colaboraram conosco, os nossos agradecimentos.

-INDICE-

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. HISTÓRICO	2
3. MATERIAL	27
4. MÉTODOS	30
4.1. Métodos de cultura de tecidos	30
4.1.1. Método de tripsinização	30
4.1.2. Método do "plasma-clot"	31
4.1.3. Preparação citológica	31
4.2. Método de esmagamento de medula óssea	32
4.3. Análise citológica	32
4.3.1. Contagem dos cromossomas	32
4.3.2. Microfotografias	32
4.3.3. Análise morfológica dos cromossomas	32
5. RESULTADOS	35
5.1. <u>Nothura maculosa</u> (Temminck, 1815)	35
5.2. <u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758	36
5.3. <u>Cairina moschata</u> (L., 1758)	38
5.4. <u>Dendrocygna viduata</u> (L., 1766)	39
5.5. <u>Anas brasiliensis</u> Gmelin, 1789	41
5.6. <u>Penelope superciliaris</u> Temminck, 1815	41
5.7. <u>Coturnix coturnix</u> (L., 1758)	42
5.8. <u>Laterallus melanophaius</u> (Vieillot, 1819)	44
5.9. <u>Porzana albicollis</u> (Vieillot, 1819)	46
5.10. <u>Cariama cristata</u> (L., 1766)	47
5.11. <u>Columba cayennensis</u> Bonaterre, 1792	48
5.12. <u>Columbina talpacoti</u> (Temminck, 1811)	49
5.13. <u>Leptotila verreauxi</u> (Bonaparte, 1855)	51

5.14. <u>Streptopelia decipiens</u> (Hartlaub e Finsch, 1870) ..	52
5.15. <u>Volatinia jacarina</u> (L., 1766)	53
6. DISCUSSÃO	59
6.1. Número de cromossomas	59
6.2. Cromossomas sexuais	61
6.3. Morfologia dos cromossomas e evolução do cariótipo .	63
6.3.1. Aspectos gerais do cariótipo	63
6.3.2. Morfologia dos cromossomas nas ordens	65
6.3.3. Considerações gerais	69
7. RESUMO E CONCLUSÕES	72
8. SUMMARY	74
9. BIBLIOGRAFIA	76

1. INTRODUÇÃO

A análise do cariótipo nos diversos grupos de vertebrados só alcançou um progresso realmente notável nos últimos 10 anos, com o aperfeiçoamento de técnicas citológicas adequadas para seu estudo. A análise detalhada do número e morfologia dos cromossomas, tipo de digametia e natureza dos cromossomas sexuais tem contribuído tanto para uma melhor caracterização das espécies, do ponto de vista citológico, como para estabelecer relações taxonômicas e evolutivas entre os vários grupos.

Na classe das aves, o cariótipo tem um aspecto muito particular, constituído por um grande número de cromossomas, alguns de tamanho relativamente grande, e numerosos, de dimensões diminutas. A presença destes, causou uma série de dificuldades de ordem técnica para grande parte dos autores, e retardou o progresso dos estudos citológicos naquele grupo de vertebrados.

Durante muito tempo, permaneceram as divergências e discussões a respeito de vários aspectos do complemento cromossômico das aves, e só recentemente é que alguns autores têm apresentado dados mais convincentes a respeito do número diploide, natureza dos microcromossomas, tipo de digametia e aspectos morfológicos dos cromossomas, notadamente dos sexuais. O advento de técnicas citológicas mais refinadas, propiciou estas investigações mais precisas, tornando possível, agora, um conhecimento melhor do complemento cromossômico das aves.

Os dados da literatura se limitaram, em sua maioria, a estudos cromossômicos em espécies do hemisfério norte. A nossa intenção ao analisar os cromossomas em alguns grupos de aves, principalmente **sul-americanas**, foi determinar em vários grupos taxonômicos, as características diversas do cariótipo das aves que têm sido intensamente discutidas: número e morfologia dos cromossomas, aspectos dos microcromossomas, tipo de digametia. Por outro lado, nosso objetivo foi também, correlacionar dados obtidos em espécies pertencentes a várias ordens e, comparando-os com os da literatura, acrescentar algumas informações sobre os mecanismos de evolução cariotípica que teriam se processado nos vários grupos estudados.

2. HISTÓRICO

Do ponto de vista sistemático, as aves formam um dos grupos zoológicos melhor conhecidos. Mayr (apud van Brink, 1959), estimou que a percentagem de espécies ainda não descritas seja menor que 2% da totalidade das espécies existentes. No entanto, o complemento cromossômico nas diversas ordens de aves foi relativamente pouco estudado em comparação com outros grupos de animais. Isto, devido às características do seu cariótipo, constituído por um número elevado de elementos, na maioria menores que 1μ , denominados microcromossomas por muitos autores, e conseqüentes dificuldades na preparação de figuras metafásicas nítidas.

À medida que os métodos citológicos foram se aperfeiçoando, foi havendo paralelamente um certo progresso no conhecimento de vários aspectos relativos ao cariótipo das aves. Basta citar que em galinha (Gallus gallus L., 1758), que é a espécie mais estudada até o presente, o número de cromossomas determinado por diversos pesquisadores variou de 12 (Loyez, apud Makino, 1951) e 78 (Yamashina, 1944; Owen, 1965).

Até meados da década de 50, a técnica se limitou aos métodos clássicos de cortes histológicos e o material analisado era geralmente o testículo de adultos e tecidos embrionários, onde há alta taxa de mitose.

Matthey (1949), em sua revisão sobre estudos cromossômicos em vertebrados, situou vários aspectos sobre a fixação dos cromossomas de aves, dividindo as etapas por que passaram êstes 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 emprêgo de fixadores ósmio-crômicos.

A maior parte dos trabalhos anteriores às investigações da escola japonesa, mencionada no parágrafo anterior, geralmente é citada mais por interesse histórico. Poucos autores, como por exemplo Sokolow et al. (1936) e Riley (1938), conseguiram uma fixação razoável dos cromossomas. Os de tamanho diminuto apareciam aglomerados ou mesmo aglutinados na maior parte das figuras metafásicas publicadas nessa época.

Os métodos dos citologistas japoneses, propiciaram certo progresso no conhecimento das características cariotípicas das aves, a partir dos estudos de Oguma (apud Matthey, 1949). Esses autores conseguiram preparações da metáfase mitótica em que a morfologia dos cromossomas maiores era nítida, dentro das limitações da técnica empregada. Os cromossomas apareciam dispostos num plano, na configuração típica das aves: uma coroa de elementos maiores circundando os menores. Estes apresentavam a forma de "bastonetes" ou "esférulas", segundo a terminologia da época.

Nos últimos dez anos, o advento dos métodos de cultura de tecidos e esmagamento ("squash"), combinados com pré-tratamento antes da fixação, com solução hipotônica e colchicina (Hsu e Pomerat, 1953; Tjio e Levan, 1956), propiciou uma renovação e progresso na citologia de vertebrados,

Pela ação da colchicina, há: 1) inibição do fuso metafásico, que resulta num acúmulo de células em metáfases, e melhor dispersão dos cromossomas nas células; 2) maior contração dos cromossomas, possibilitando maior nitidez do seu aspecto morfológico. O tratamento hipotônico, por sua vez, provocando entumescimento da célula, provoca melhor dispersão dos cromossomas e distensão dos mesmos, cujas cromátides aparecem nítidas e separadas. O desenvolvimento de métodos utilizados em cultura de tecidos facilitou o estudo dos cromossomas em tecidos somáticos diversos de adultos, pois as células em cultura crescem mais rapidamente (Eagle, 1964). Além disso, as células que crescem in vitro dispõem-se em camadas monocelulares, o que facilita a observação. A utilização da técnica de esmagamento, trouxe vantagens porque facilita também a dispersão dos cromossomas na célula.

Este aperfeiçoamento de técnicas citológicas não provocou de imediato um grande surto nos estudos cromossômicos em aves. A presença de cromossomas de tamanho diminuto, ainda causou problemas na obtenção de preparações nítidas. Só recentemente é que os citologistas obtiveram melhores resultados e puderam elucidar vários pontos que deram origem a discussões entre os autores, durante algum tempo.

A Tabela 1 mostra um sumário das pesquisas realizadas em diversas ordens de aves. Nele procurámos focalizar os principais pontos que têm sido discutidos e deram origem a controvérsias: número de cromossomas e tipo de digametia. A organização desta lista de trabalhos se baseou nas revisões de Matthey (1949), Makino (1951) e van Brink (1959), e em trabalhos mais recentes.

Nos estudos anteriores ao da escola japonesa, baseados em metáfases onde a fixação dos cromossomas era ainda deficiente, o número de cromossomas mencionado para as várias espécies foi bastante variável. Em galinha, várias investigações mostraram resultados diversos; segundo citação de Matthey (1949), mencionámos entre outros: $2n = 12$ (Lécaillon); $2n = 18$ (Guyer); $2n = 32$ (Shiwago); $2n = 60-70$ (prófase) e $35-40$ (metáfase) (Hance); $2n = 66 \pm 2$ no macho e $65 \pm$ na fêmea (White); $2n = 51-60$ (Miller).

Para a maioria dos autores, a variação encontrada na contagem dos cromossomas seria devida apenas a dificuldades técnicas na individualização dos menores elementos. Outros, consideraram que haveria uma flutuação numérica dos cromossomas menores: Shiwago e Peschkowskaja (apud Matthey,

1949) em Rhea americana L., 1758 e Dromiceius n. hollandiae (Latham, 1790); Sokolow e Trofimow (apud Matthey, 1949) em Gallus g. domesticus (= Gallus gallus).

A escola japonêsa, estendeu as investigações a uma série de espécies pertencentes a ordens diversas. Certas particularidades dos resultados obtidos pelos citologistas japoneses não puderam no entanto, ser confirmadas fora do Japão, com os métodos que utilizaram.

Conforme mostra a Tabela 1, a partir de 1937 as investigações de Makino, Oguma, Suzuki, Udagawa e Yamashina asseguraram que em várias ordens de aves o número de cromossomas podia ser determinado exatamente. Na fêmea, haveria um cromossoma a menos, pois consideraram a digametia do tipo ZO. Por exemplo, Yamashina (1944), num estudo em 17 raças de galinha, determinou que o número diploide era 78 no macho e 77 na fêmea.

Em Anseriformes, Galliformes, Columbiformes e Passeriformes, que foram os grupos mais investigados, o número de cromossomas determinado estava predominantemente entre 78 (♂) - 77 (♀) e 82 (♂) - 81 (♀). O menor número encontrado pelos japoneses foi 58 (♂) na ordem Psittaciformes, em Melopsittacus undulatus (Shaw, 1805), por Yamashina (apud Makino, 1951), e o maior foi 86 (♂) - 85 (♀), em Gruiformes, em Fulica atra L., 1758, por Yamashina (apud van Brinck, 1959).

Matthey (1949, 1951), em suas revisões sobre estudos cromossômicos em aves, fez sérias críticas às conclusões da escola japonêsa. Considerou impossível a determinação exata do número diploide, em vista da grande frequência de cromossomas com dimensões abaixo de 1 μ .

Os autores mais modernos passaram a rever os dados da literatura clássica, o que trouxe novas discussões sobre o número de cromossomas em aves, e natureza dos microcromossomas.

Newcomer e Brandt (1954) e Newcomer (1957), estudando a mitose em culturas de tecidos embrionários de galinha, bem como a espermatogênese, chegaram a conclusões completamente diversas dos autores japoneses.

Segundo aqueles autores americanos, haveria 12 cromossomas no macho e 11 na fêmea, e um número variável de elementos nucleares que chamaram de cromossomoides. Estes, segundo Newcomer, em virtude de "sua origem aparente, estrutura, comportamento e função, não preenchem qualquer definição aceita para qualquer tipo de cromossoma". Os cromossomoides tinham origem na prófase, tanto da mitose como da meiose, a partir de massas heterocromáticas associadas aos cromossomas verdadeiros, e que iam se fragmentando à medida que a prófase e metáfase avançavam. No fim da mitose ou meiose, eram reabsorvidos pelos cromossomas. Segundo as interpretações de Newcomer, os

cromossomoides eram acêntricos, heterocromáticos e teriam provavelmente as funções e propriedades da heterocromatina. Uma de suas funções seria a de reserva de ácidos nucleicos, consumida durante a duplicação dos cromossomas.

Newcomer mencionou também que os cromossomas apresentavam alto grau de polimorfismo, que seria causado pela incorporação intersticial de quantidades variáveis de heterocromatina proveniente dos cromossomoides.

Um dos argumentos de que o autor se valeu para determinar 6 pares de cromossomas em galinha, foram as conclusões de Warren (apud Newcomer, 1959), que descreveu 6 grupos de "linkage" nesta espécie. Os cromossomoides representariam um mecanismo modificador no germoplasma da galinha.

Em 1963, Newcomer apresentou mais um argumento para sua teoria. Por meio de autorradiografia, mostrou uma assincronia entre cromossomas e cromossomoides na síntese de DNA. Estas observações foram consideradas pelo autor como uma prova da natureza não cromossômica dos menores elementos.

A teoria de Newcomer foi discutida e criticada por diversos autores, desde a publicação dos primeiros trabalhos do seu autor.

Em 1956, van Brink e Ubbels analisaram o complemento cromossômico da galinha em tecidos embrionários por meio de técnicas de esmagamento e pré-tratamento hipotônico. Encontraram em suas contagens, uma variação de 67-82 cromossomas e consideraram que o número diploide devia estar ao redor de 78 cromossomas.

Em 1959, van Brink, além de investigar novamente Gallus gallus, fez observações em Melopsittacus undulatus e Passer domesticus (L., 1758). Nestas duas espécies, o número diploide determinado foi respectivamente cerca de 58, que foi o mais frequente nas contagens em Melopsittacus undulatus, e cerca de 78, que aparecia em metáfases nítidas de Passer domesticus. A análise da metáfase I da meiose no macho, mostrou respectivamente 28-29 e 38-39 bivalentes nestas espécies.

O problema da variação numérica foi amplamente discutido por van Brink. Ela poderia ser causada por acidentes mitóticos (não disjunção ou perda de microcromossomas) ou por acidentes da técnica de fixação, e várias circunstâncias que dificultariam a enumeração dos microcromossomas. Estas seriam: 1) a fissuração longitudinal dos elementos menores em duas cromátides; isto resultaria na aparência em dois pontos próximos que poderiam ser tomados como dois cromossomas, aumentando o número aparente de cromossomas; 2) a aglutinação dos microcromossomas, sua sobreposição, a descoloração durante a preparação, assim como sua contração metafásica poderiam diminuir o número aparente. Não haveria portanto, uma variação numérica causada por fusão, fragmentação ou reabsorção dos microcromossomas, conforme postu-

lou Newcomer. Van Brink, pôde observar também a localização do centrômero em alguns microcromossomas.

Ohno (1961), com técnicas semelhantes às de van Brink, concluiu que em Gallus domesticus (= Gallus gallus) o número de cromossomas deve ser fixo, mas que sua determinação exata é praticamente impossível. Em metáfases mitóticas encontrou de 68 a 78 cromossomas nas contagens, e na metáfase I da meiose do macho, 39 bivalentes.

Ohno fez observações em ambos os sexos, em várias fases de mitose e meiose. Em contraposição às interpretações de Newcomer, mostrou que os microcromossomas mantinham sua individualidade em qualquer fase da mitose e meiose, e nunca apresentavam heteropicnose. No paquinema apresentavam pareamento e padrões cromoméricos normais.

A partir dos estudos de van Brink e Ohno, outros autores passaram a rever algumas espécies mencionadas na literatura clássica. A natureza cromossômica dos microcromossomas foi confirmada em todas as investigações recentes. Ford e Woollam (1964), demonstraram que em Gallus domesticus os cromossomas maiores e menores se comportam da mesma maneira, tanto na mitose como na meiose. Evidenciaram também, que na meiose não há diferenças na estrutura dos bivalentes maiores e menores, observados tanto pela microscopia óptica como pela eletrônica. Quanto ao problema da determinação do número de cromossomas, consideraram que o paquinema seria a melhor fase para as contagens; neste estágio da meiose, consideraram que o número de bivalentes mais provável seria 40.

Apesar do refinamento que a técnica foi alcançando, os autores demonstraram que se encontra sempre alguma variação na contagem dos cromossomas em aves (Krishan, 1962, 1963; Stenius et al., 1963; Ohno et al., 1964).

Em pesquisas mais recentes, as interpretações têm sido um pouco variáveis. Owen (1965), numa análise de metáfases somáticas de tecidos embrionários de Gallus domesticus, preparadas com nitidez excepcional, concluiu que o número diploide devia ser no mínimo 78. Considerou que permaneceria sempre a possibilidade de haver cromossomas de tamanho tão pequeno, que não poderiam ser visualizados pela microscopia óptica.

Talluri e Vegni (1965), admitiram que em Coturnix c. japonica, Temminck e Schlegel, 1849, o número diploide é 78, que foi o observado constantemente nas figuras metafásicas mais nítidas.

Recentemente, Hammar (1966), em algumas espécies de Anseriformes, Columbiformes e Passeriformes, considerou que o número de cromossomas é: cêrca de 80 em Anser anser (L., 1758), Cygnopsis cygnoid (L., 1758); cêrca de 78 em Anas platyrhynchos L., 1758, Aythya fuligula (= Nyroca fuligula

(L., 1758)), Columba palumbus L., 1758 e cêrca de 76 em Pica pica (L., 1758), Phoenicurus phoenicurus (L., 1758). Em duas espécies de Lariformes, Hammar determinou exatamente 66 cromossomas: Larus canus L., 1758 e Larus ridibundus L., 1766.

Renzoni e Vegni-Talluri (1966), em duas espécies de Falconiformes, consideraram que o número típico diploide é 52 em Falco tinnunculus L., 1758 e 68 em Buteo buteo (L., 1758). Estes números foram nitidamente mais freqüentes nas contagens. Em três espécies de Strigiformes, interpretaram como número típico diploide o mais freqüente ou maior encontrado em metáfases nítidas: Strix aluco L., 1758 ($2n = 82$), Tyto alba (Scopoli, 1769) ($2n = 92$) e Athene noctua (Scopoli, 1769) ($2n = 82$).

A identificação dos cromossomas sexuais e elucidação do mecanismo cromossômico de determinação do sexo, foram problemas bastante discutidos desde os primeiros trabalhos clássicos.

Em investigações baseadas em técnicas de fixação ainda deficientes, as considerações dos autores a respeito dos cromossomas sexuais foram diversas. Muitos, concluíram que a digametia feminina era do tipo ZO, ou, se ZW, não podiam identificar o cromossoma W.

Alguns citologistas consideraram que em galinha o cromossoma Z correspondia ao 1º par (Shiwago, Hance, Goldsmith, Akkeringa, Popoff, Scaccini e White, apud Matthey, 1949). Para outros, o 5º par metacêntrico é que seria o par sexual Z (Suzuki, Unger, Sokolow, Miller, Oguma (apud Matthey, 1949) e Yamashina, 1944).

Alguns citologistas chegaram a mencionar a presença de um cromossoma W na fêmea: Jentsch (apud Matthey, 1949), em Melopsittacus undulatus, Shiwago (apud Matthey, 1949), em Meleagris gallopavo L., 1758 e Gallus g. domesticus. Werner (apud Matthey, 1949), chegou a postular um mecanismo mais complicado de determinação do sexo, do tipo ZWw em Meleagris gallopavo. Estas observações feitas em metáfases em que a morfologia dos cromossomas era ainda pouco nítida, mereceram críticas e reservas de Matthey em sua revisão de 1949.

As contribuições da escola japonesa se caracterizaram por uma constância quanto às conclusões sobre o tipo de digametia. Conforme mostra a Tabela 1, em espécies pertencentes a várias ordens (Podicipediformes, Procellariiformes, Ciconiiformes, Anseriformes, Galliformes, Gruiformes, Columbiformes, Passeriformes), em que foram analisados macho e fêmea, os citologistas japoneses estabeleceram que a digametia na fêmea era do tipo ZO. O cromossoma Z identificado nestas ordens, correspondia sempre ao 4º ou 5º par na ordem decrescente de tamanho dos cromossomas.

Estas conclusões sôbre o tipo de digametia não puderam ser confirmadas fora do Japão durante muito tempo, com a aplicação dos métodos empregados pelos citologistas japoneses. Matthey, em suas revisões de 1949 e 1951, não aceitou como válidas as identificações dos cromossomas sexuais de aves feitas no Japão. Considerou que os aspectos acidentais que podem surgir em relação à morfologia dos cromossomas estudados em cortes histológicos, não permitem a identificação segura de um cromossoma ímpar na fêmea. Preconizou também, que a questão da digametia só poderia ser resolvida quando se pudessem analisar as divisões reducionais na fêmea.

A questão da digametia ser do tipo ZO ou ZW, passou a ser novamente investigada a partir de 1956 pelos autores modernos.

Van Brink e Ubbels (1956), identificaram em galinha o 5º par metacêntrico como sendo o par sexual Z, confirmando as observações anteriores dos autores japoneses. Não concordaram no entanto, sôbre a possibilidade da contagem exata de 78 cromossomas no ♂ e 77 na ♀, como havia postulado Yamashina (1944), deixando aberta a questão do tipo de digametia. Consideraram que o cromossoma W, se presente, deveria estar entre os 60 microcromossomas, cuja morfologia não analisaram.

Newcomer, em 1957 com reservas, mas definitivamente em 1963, considerou que a digametia em galinha, era do tipo ZO. O cromossoma sexual correspondia ao 5º par metacêntrico.

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

Ohno (1961), também confirmou a identificação do cromossoma Z em galinha, feita pelos japoneses e van Brink. Não pôde decidir se a digametia feminina era do tipo ZO ou ZW.

O problema da distinção de um cromossoma W persistiu ainda nas investigações em algumas espécies em que os autores puderam apenas confirmar a identificação do cromossoma Z feita anteriormente pelos japoneses: Krishan (1963), em Anas boschas (= Anas platyrhynchos); Ohno et al. (1964), em Anas platyrhyncha domestica (= Anas platyrhynchos) e Coturnix c. japonica.

O primeiro autor a mencionar a presença de um cromossoma W em aves foi Frederic, em 1961, citado por Schimid (1962), que descreveu um W em galinha. Em seguida, Schimid (1962), deu evidências do cromossoma W em Gal-lus domesticus, por meio de autorradiografia. Demonstrou que a marcação pela timidina tritiada era intensa e comparativamente tardia em um pequeno cromossoma metacêntrico, sugerindo que êste seria o W descrito por Frederic.

Em 1963, Rothfels et al., descreveram o cromossoma W em Melopsittacus undulatus. Em 1964, Ohno et al., embora não conseguindo distinguir o W em várias espécies, puderam fazê-lo em Serinus canarius (= Serinus canaria (L., 1758)) e Columba livia domestica (= Columba livia Gmelin, 1789). A partir destes trabalhos, os autores têm identificado o cromossoma W em várias espécies, conforme mostra a Tabela 1: Owen (1965), em Gallus domesticus; Talluri e Vegni (1965), em Bubo v. virginianus (Gmelin, 1788); Hammar (1966), em espécies de Anseriformes, Columbiformes, Lariformes e Passeriformes; Krishan e Shoffner (1966), em Galliformes; Renzoni e Vegni Talluri (1966), em Falconiformes e Strigiformes; Ray-Chauduri et al. (1966), em Psittaciformes e Passeriformes; Takagi e Makino (1966), em Anseriformes e Galliformes.

Renzoni e Vegni-Talluri (1966), encontraram certas particularidades em relação ao cromossoma Z, em três espécies de Strigiformes. Este cromossoma era o maior do complemento cromossômico, situação diferente das demais espécies mencionadas na literatura, onde o cromossoma sexual Z corresponde sempre ao 4º ou 5º par.

Tabela 1 - Revisão dos estudos cromossômicos em aves.

Espécies	Sexo estimado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
Ordem - Rheiformes Família - Rheidae <u>Rhea americana</u> L., 1758	♂	42-68	♂	♀	Shiwago e Peschkowskaja, 1936 ¹
Ordem - Casuariiformes Família - Dromiceidae <u>Dromiceius n. hollandiae</u> (Latham, 1790) ^{⊠⊠} (= <u>Dromiceius novaehollandiae</u>)	-	40-76	-	-	Shiwago e Peschkowskaja, 1936 ¹
Ordem - Podicipediformes Família - Podicipitidae <u>Poliocephalus ruficollis</u> -(Pallas, 1764) (= <u>Podiceps ruficollis</u>)	♂ e ♀	80 e 79	ZZ	ZO	Yamashina, 1949 ¹
Ordem - Procellariiformes Família - Procellariidae <u>Oceanodroma l. leucorhoa</u> (Vieillot, 1817)	♂ e ♀	74 e 73	ZZ	ZO	Oguma, 1937 ¹ , 1942 ¹
Ordem - Pelecaniformes Família - Phalacrocoracidae <u>Phalacrocorax carbo haneidae</u> Kuroda, 1925	♂	70	-	-	Oguma, 1937 ¹

⊠ - sexo não mencionado

⊠⊠ - O nome mencionado é o adotado atualmente, segundo Peters (1931-1962) e Vaurie (1959).

Entre parênteses: nome mencionado na literatura.

1 - apud Makino (1951).

Observações: ver página ao lado.

-continuação-

Espécies	Sexo estudado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
Ordem - Ciconiiformes Família - Ardeidae <u>Ardea cinerea</u> L., 1758	-	76	-	-	Yamashina, 1950 ¹
<u>Egretta garzetta</u> (L., 1766)	-	76	-	-	Yamashina, 1950 ¹
<u>Gorsakius goisagi</u> (Temminck, 1835)	♀	77	-	ZO	Udagawa, 1953 ²
<u>Nycticorax nycticorax</u> (L., 1758)	-	76	-	-	Yamashina, 1950 ¹
Ordem - Anseriformes Família - Anatidae <u>Aix sponsa</u> (L., 1758) (= <u>Lamprolaima sponsa</u>)	♂	16	-	-	Schöneberg, 1916 ¹
<u>Aix sponsa</u> (L., 1758)	-	80	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Anas acuta</u> L., 1758	♂	80	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Anas crecca</u> L., 1758	♂	80	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Anas falcata</u> Georgi, 1775	♂	80	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas boschas</u>)	-	16	-	-	Schöneberg, 1913 ¹
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas platyrhyncha domestica</u>)	♂ e ♀	76 e 77	ZZ	ZWw	Werner, 1925 ¹ , 1927 ¹
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas boschas</u>)	♀	43-49	-	ZO	Alichanian, 1936 ¹

Espécies	Sexo estu- dado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas platyrhyncha domestica</u>)	♂ e ♀	48-69	ZZ	ZO	Crew e Koller, 1936 ¹
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas platyrhyncha domestica</u>)	♂ e ♀	80 e 79	ZZ	ZO	Oguma, 1938 ¹
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas platyrhyncha domestica</u>)	♂ e ♀	80 e 79	-	-	Suzuki, 1939 ¹
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas platyrhyncha domestica</u>)	♂ e ♀	80 e 79	ZZ	ZO	Yamashina, 1941 ¹ , 1942, 1943 ¹
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas platyrhyncha domestica</u>)	♂	80	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas boschas</u>)	♂ e ♀	80 ⁺	ZZ	ZO ou ZW	Krishan, 1963
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas platyrhyncha domestica</u>)	♂ e ♀	80 ⁺	ZZ	ZW	Ohno <u>et al.</u> , 1964
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758	♂ e ♀	78 ⁺	ZZ	ZW	Hammar, 1966
<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (= <u>Anas platyrhyncha domestica</u>)	♂ e ♀	80	ZZ	ZW	Takagi e Makino, 1966
<u>Anser albifrons</u> (Scopoli, 1769)	♂	82	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Anser anser</u> (L., 1758)	♂ e ♀	80 ⁺	ZZ	ZW	Hammar, 1966
<u>Branta bernicla</u> (L., 1758)	♂	84	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹

Espécies	Sexo estu- dado	2N	Cromossomas sexuais			Referências
			♂	♀	Morfologia	
<u>Bucephala clangula</u> (L., 1758)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Cairina moschata</u> (L., 1758)	♂	16	-	-	-	Schöneberg, 1913 ¹
<u>Cairina moschata</u> (L., 1758)	♂ e ♀	34-62	ZZ	ZO	Z:t (1º par)	Sokolovskaja, 1935 ¹
<u>Cairina moschata</u> (L., 1758)	♂ e ♀	72	ZZ	ZO	Z:m (1º par)	Crew e Keller, 1936 ¹
<u>Cairina moschata</u> (L., 1758)	♂ e ♀	80 e 79	ZZ	ZO	Z:t (5º par)	Yamashina, 1941 ¹ , 1942, 1943 ¹
<u>Casarca ferruginea</u> (Pallas, 1764) (= <u>Tadorna rutila</u>)	-	44-46	-	-	-	Sokolovskaja, 1940 ¹
<u>Chaulelasmus streperus</u> (L., 1758) (= <u>Anas strepera</u>)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Chenopsis atrata</u> (Latham, 1790) (= <u>C. atra</u> sic)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Clangula hyemalis</u> (L., 1758)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Cygnopsis cygnoid</u> (L., 1758) (var. <u>orientalis</u>)	♂ e ♀	82 e 81	ZZ	ZO	Z:m (3º par)	Oguma, 1942 ¹
<u>Cygnopsis cygnoid</u> (L., 1758) (var. <u>orientalis</u>)	♂ e ♀	82 e 81	ZZ	ZO	Z:m (3º par)	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Cygnopsis cygnoid</u> (L., 1758)	♀	80 ⁺	-	ZW	Z:sm (4º par); W:m	Hammar, 1966
<u>Cygnus cygnus</u> (L., 1758)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Dendronessa galericulata</u> (L., 1758)	♂	84	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Histrionicus histrionicus</u> (L., 1758)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Mareca penelope</u> (L., 1758)	♂	16	-	-	-	Schöneberg, 1913 ¹

Espécies	Sexo estu- dado	2N	Cromossomas sexuais			Referências
			♂	♀	Morfologia	
<u>Mareca penelope</u> (L., 1758) (= <u>Anas penelope</u>)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951
<u>Mergus serrator</u> L., 1758	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Nyroca ferina</u> (L., 1758) (= <u>Aythya ferina</u>)	♂	16	-	-	-	Schöneberg, 1913 ¹
<u>Nyroca fuligula</u> (L., 1758) (= <u>Aythya fuligula</u>)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Nyroca fuligula</u> (L., 1758) (= <u>Aythya fuligula</u>)	♀	78 [±]	-	ZW	Z:t (6º par); W:sm	Hammar, 1966
<u>Nyroca marila</u> (L., 1761) (= <u>Aythya marila</u>)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Oidemia nigra</u> (L., 1758) (= <u>Melanitta nigra</u>)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
<u>Spatula clypeata</u> (L., 1758)	♂	80	-	-	-	Yamashina, 1950 ¹ , 1951 ¹
Ordem - Falconiformes Família - Falconidae	-	37	-	-	-	Sokolowskaja, 1940 ¹
<u>Falco tinnunculus</u> L., 1758 (= <u>Cerchneis tinnunculus</u>)	♀	52	-	ZW	Z:t (maior par); W:t	Renzoni e Vegni-Talluri, 1966
<u>Falco tinnunculus</u> L., 1758	♀	68	-	ZW	Z:m (4º par); W:t	Renzoni e Vegni-Talluri, 1966

Espécies	Sexo estudado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
Ordem - Galliformes Família - Tetraonidae <u>Lyrurus tetrix</u> (L., 1758) (= <u>Tetrao tetrix</u>)	♂ e ♀	2N	ZZ	ZO ou ZW	Sokolow et al., 1936
Família - Phasianidae <u>Bambusicola thoracica</u> (Temminck, 1815)	♂	78	-	-	Yamashina, 1946 ¹
<u>Chrysolophus amherstiae</u> (Leadbeater, 1829)	-	50-60	-	-	Scaccini, 1939 ¹
<u>Chrysolophus amherstiae</u> (Leadbeater, 1829)	♂	82 (♂)	ZZ	ZO	Yamashina, 1941 ¹ , 1943 ¹
<u>Chrysolophus pictus</u> (L., 1758)	-	50-60	-	-	Scaccini, 1939 ²
<u>Chrysolophus pictus</u> (L., 1758)	♂ e ♀	82 (♂)	ZZ	ZO	Yamashina, 1941 ¹ , 1943 ¹
<u>Coturnix c. japonica</u> Temminck & Schlegel, 1849	♂	44	-	-	Kobayashi, 1937 ¹
<u>Coturnix c. japonica</u> Temminck & Schlegel, 1849	♂ e ♀	78 (♂)	ZZ	ZO	Oguma, 1938
<u>Coturnix c. japonica</u> Temminck & Schlegel, 1849	♂ e ♀	78 [±]	ZZ	ZW	Ohno et al., 1964
<u>Coturnix c. japonica</u> Temminck & Schlegel, 1849	♂ e ♀	78	ZZ	ZW	Talluri e Vegni, 1965
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	-	12	-	-	Lécaillon, 1910 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	18	ZZ	ZO	Guyer, 1916 ¹

± - nº não mencionado

Espécies	Sexo estu- dado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	-	18-20	-	-	Cutler, 1918 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂	32	-	-	Stevens, (apud Boring, 1923) ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	32	ZZ	ZW	Shiwago, 1924 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	35-34	ZZ	ZO	Hance, 1923 ¹ , 1924, 1925 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	35-36	ZZ	ZO	Hance, 1926 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♀	60-70 (pro) 35-40 (meta)	-	ZO	Hance, 1926 a ¹ , b ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	30-44	ZZ	-	Akkeringa, 1927 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	-	ZZ	ZO	Goldsmith, 1928 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	-	36-38	-	-	Kemp, 1930 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	-	29-39	-	-	Saguchi, 1930 ¹

Espécies	Sexo estudado	ZW	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	66± 2 e 65± 2	ZZ	ZO	White, 1932 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	69-70 (pro) 30-45 (meta)	ZZ	ZO	Popoff, 1933 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	32-71	ZZ	ZO ou ZW	Sokolow e Trofimow, 1933 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	44-61	ZZ	ZO	Sokolow et al., 1936 Unger, 1936 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	50-70	ZZ	ZO	Scaccini, 1937 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	51-60	ZZ	ZO	Miller, 1938 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	78 e 77	ZZ	ZO	Oguma, 1938 ¹ , 1942 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus g. domesticus</u>)	♂ e ♀	78 e 77	ZZ	ZO	Susuki, 1930 ¹ , 1939 ¹
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (var. <u>domesticus</u>)	♂ e ♀	78 e 77	ZZ	ZO	Yamashina, 1941 ¹ , 1942 ¹ , 1944
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758)	♂ e ♀	67-82	ZZ	ZO ou ZW	Van Brink e Ubbels, 1956; Van Brink, 1959
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758)	♂ e ♀	12 e 11	ZZ	ZO	Newcomer, 1957, 1963

Espécies	Sexo estudado	ZW	Cromossomas sexuais		Referências	
			♂	♀		
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758)	♀	-	-	ZW	W:t	Frederic, 1961 ³
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus domesticus</u>)	♂ e ♀	78 [±]	ZZ	ZO ou ZW	Z:m (5º par)	Ohno, 1961
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758)	♂ e ♀	39-76	ZZ	-	Z:m (5º par)	Krishan, 1962
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus domesticus</u>)	♂ e ♀	-	ZZ	ZW	Z:m; W:m	Schimid, 1962
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus domesticus</u>)	♂ e ♀	80 [±]	-	-	Z:m (5º par)	Stenius <u>et al.</u> , 1963
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus domesticus</u>)	♂ e ♀	≥ 78	ZZ	ZW	Z:m (5º par); W:m	Owen, 1965
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus domesticus</u>)	♂ e ♀	-	ZZ	ZW	Z:m; W:m	Krishan e Shoffner, 1966
<u>Gallus gallus</u> (L., 1758) (= <u>Gallus domesticus</u>)	♀	≥ 78	ZZ	ZW	Z:m (4º par); W:m	Takagi e Makino, 1966
<u>Gennaeus nycthemerus</u> (L., 1758)	-	50-60	-	-	-	Scaccini, 1939 ¹
<u>Gennaeus nycthemerus belli</u> , Oustalet, 1898 (= <u>Gennaeus belli</u>)	-	50-60	-	-	-	Scaccini, 1939 ¹
<u>Gennaeus n. nycthemerus</u> (L., 1758) (= <u>Nycthemerus argentatus</u>)	-	-	ZZ	ZO ou ZW	Z:m (4º par)	Sokolow <u>et al.</u> , 1936
<u>Hierophasis swinhoii</u> (Gould, 1862)	-	50-60	-	-	-	Scaccini, 1939 ¹
<u>Hierophasis swinhoii</u> (Gould, 1862) (= <u>Gennaeus swinhoii</u>)	♂ e ♀	82 e 81	ZZ	ZO	Z:m (5º par)	Yamashina, 1946 ¹

-continuação-

Espécies	Sexo estudado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
<u>Pavo cristatus</u> L., 1758	♂ e ♀	-	ZZ	ZO ou ZW	Tiniakow, 1934; Sokolow et al., 1936
<u>Pavo cristatus</u> L., 1758	-	-	ZZ	ZO	Yamashina, 1951 ²
<u>Phasianus colchicus</u> L., 1758	♂ e ♀	40-63	ZZ	ZO ou ZW	Trofimow e Tiniakow, 1933 ¹ ; Sokolow et al., 1936
<u>Phasianus colchicus</u> L., 1758	♂ e ♀	78 e 77	ZZ	ZO	Susuki, 1939 ¹
<u>Phasianus colchicus</u> L., 1758	♂ e ♀	-	ZZ	ZW	Krishan e Shoffner, 1966
<u>Phasianus colchicus karpowi</u> Buturlin, 1904	♂ e ♀	82 e 81	ZZ	ZO	Yamashina, 1941 ¹ , 1943 ¹
<u>Phasianus colchicus karpowi</u> Buturlin, 1944	♀	82	-	ZW	Takagi e Makino, 1966
<u>Phasianus colchicus versicolor</u> Vieillot, 1825	♂ e ♀	82 e 81	ZZ	ZO	Yamashina, 1941 ¹ , 1943 ¹
<u>Phasianus colchicus versicolor</u> Vieillot, 1825	♂ e ♀	82 e 81	ZZ	ZO	Oguma, 1942 ¹
<u>Phasianus colchicus torquatus</u> Gmelin, 1789	♂ e ♀	52-61	ZZ	ZO	Unger, 1936 ¹
<u>Phasianus colchicus torquatus</u> Gmelin, 1789	♂ e ♀	80 ⁺	-	-	Stenius et al., 1963
<u>Syrnaticus reevesi</u> (J.E. Gray, 1829)	-	50-60	-	-	Scaccini, 1939 ¹
<u>Syrnaticus soemmerringii</u> (Temminck, 1830)	♂ e ♀	82 (o)	ZZ	ZO	Yamashina, 1941 ¹ , 1943 ¹
Família - Numididae					
<u>Numida meleagris</u> (L., 1758)	♂	17	ZO	-	Guyer, 1909 ¹
(= <u>N. meleagris domestica</u>)					

Espécies	Sexo estudado	ZW	Cromossomas sexuais			Referências
			♂	♀	Morfologia	
<u>Numida meleagris</u> (L., 1758) (= <u>N. meleagris domestica</u>)	♂ e ♀	-	ZZ ZO ou ZW	ZO	Z:m (5º ou 6º par)	Sokolow <u>et al.</u> , 1936
<u>Numida meleagris</u> (L., 1758) (= <u>N. meleagris domestica</u>)	♂ e ♀	78 e 77	ZZ	ZO	Z:m (5º par)	Susuki, 1939 ¹
<u>Numida meleagris</u> (L., 1758) (= <u>N. meleagris domestica</u>)	-	50	-	-	-	Scaccini, 1939 ¹ , 1942 ¹
<u>Numida meleagris</u> (L., 1758) (= <u>N. meleagris domestica</u>)	♂ e ♀	76 e 75	ZZ	ZO	Z:m (5º par)	Yamashina, 1946 ¹
Família - Meleagrididae						
<u>Meleagris gallopavo</u> L., 1758	♂ e ♀	46	ZZ	ZW	Z:m (1º par)	Shiwago, 1929 ¹
<u>Meleagris gallopavo</u> L., 1758	♂ e ♀	76 e 77	ZZ	ZWw	Z:m (1º par); W:t	Werner, 1931 ¹
<u>Meleagris gallopavo</u> L., 1758	♂ e ♀	-	ZZ	ZO	Z:m (5º par)	Sokolow <u>et al.</u> , 1934 ¹ , 1936
<u>Meleagris gallopavo</u> L., 1758	-	50-55	-	-	-	Scaccini, 1939 ¹
<u>Meleagris gallopavo</u> L., 1758	♂ e ♀	82 e 81	ZZ	ZO	Z:m (5º par)	Yamashina, 1946 ²
<u>Meleagris gallopavo</u> L., 1758	♂ e ♀	80 ⁺	-	-	Z:m (4º par)	Stenius <u>et al.</u> , 1963
<u>Meleagris gallopavo</u> L., 1758	♂ e ♀	-	ZZ	ZW	Z:m (4º par); W:st	Krishan e Shoffner, 1966
Ordem - Gruiformes Família - Rallidae <u>Fulica atra</u> L., 1758	♂ e ♀	86 e 85	ZZ	ZO	Z:m (5º par)	Yamashina, 1950 ²

-continuação-

Espécies	Sexo estu- dado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀ Morfologia	
Ordem - Charadriiformes Família - Charadriidae <u>Charadrius dubius</u> Scopoli, 1786	♂	78	-	-	Yamashina, 1950 ²
Família - Laridae <u>Larus argentatus vegae</u> Palmen, 1887	♂	66	-	-	Oguma, 1937 ¹
<u>Larus canus</u> L., 1758	♂ e ♀	66	ZZ	ZW (5º par); W:m	Hammar, 1966
<u>Larus ridibundus</u> L., 1766	♀	66	-	ZW (5º par); W:m	Hammar, 1966
<u>Sterna albifrons sinensis</u> Gmelin, 1786 (= <u>Sternula albifrons sinensis</u>)	♂	66	-	-	Oguma, 1937 ¹
Família - Alcidae <u>Brachyramphus marmoratus perdix</u> (Pallas, 1811)	♂	50	-	-	Oguma, 1938 ¹
<u>Lunda cirrhata</u> (Pallas, 1769)	♂	50	-	-	Oguma, 1938 ¹
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

Espécies	Sexo estu- dado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
<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	Oguma, 1927 ¹
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂ e ♀	50	ZZ	ZO	Hance, 1932 ¹
<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	Painter e Cole, 1943 ²
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂ e ♀	80 e 79	ZZ	ZO	Yamashina e Makino, 1946 ¹
<u>Columba livia</u> Gmelin, 1789 (= <u>Columba livia domestica</u>)	♂ e ♀	80±	ZZ	ZW	Ohno et al., 1964
<u>Columba palumbus</u> L., 1758	♀	78±	-	ZW	Hammar, 1966 ¹
<u>Streptopelia decaocto</u> (Frisvaldszky, 1758) (= <u>Streptopelia risoria</u>)	♂	16	-	-	Guyer, 1902 ¹
<u>Streptopelia decaocto</u> (Frisvaldszky, 1758) (= <u>Streptopelia risoria</u>)	♂ e ♀	50	ZZ	ZO	Hance, 1932 ¹
<u>Streptopelia decaocto</u> (Frisvaldszky, 1758) (= <u>Streptopelia risoria</u>)	♂	-	-	-	Tange e Nakahara, 1939 ¹

-continuação-

Espécies	Sexo estudado	2N	Cromossomas sexuais			Referências
			♂	♀	Morfologia	
<u>Streptopelia decaocto</u> (Frisvaldszky, 1758) (var. risoria)	♂ e ♀	76 e 75	ZZ	ZO	Z:m (4º par)	Yamashina e Makino, 1946 ¹
<u>Streptopelia orientalis</u> (Latham, 1790)	♀	75	-	ZO	Z:m (4º par)	Yamashina e Makino, 1946 ¹
Ordem - Psittaciformes Família - Psittacidae						
<u>Melopsittacus undulatus</u> (Shaw, 1805)	♀	50-60	-	ZO	Z:m (1º par)	Crew e Lamy, 1935 ¹
<u>Melopsittacus undulatus</u> (Shaw, 1805)	♂ e ♀	42	ZZ	ZW	Z:t (2º par); W:t	Jentsch, 1935 ¹
<u>Melopsittacus undulatus</u> (Shaw, 1805)	♂	58	-	-	-	Yamashina, 1946 ¹
<u>Melopsittacus undulatus</u> (Shaw, 1805)	♂ e ♀	58±	ZZ	ZZ ou ZW	Z:sm (5º par)	Van Brink, 1959
<u>Melopsittacus undulatus</u> (Shaw, 1805)	♂ e ♀	-	ZZ	ZW	Z:sm (5º par)	Rothfels <u>et al.</u> , 1963
<u>Melopsittacus undulatus</u> (Shaw, 1805)	♂ e ♀	60±	ZZ	ZW	Z:sm (5º par)	Ohno <u>et al.</u> , 1964
<u>Psittacula alexandri fasciata</u> (P.I.S. Müller, 1776)	♂ e ♀	66	ZZ	ZW	Z:m-sm; W:t	Ray-Chaudhuri <u>et al.</u> , 1966
Ordem - Cuculiformes Família - Cuculidae						
<u>Cuculus canorus</u> L., 1758	♂	72	-	-	-	Yamashina, 1946 ¹
Ordem - Strigiformes Família - Strigidae						
<u>Athene noctua</u> (Scopoli, 1769)	♂ e ♀	82	ZZ	ZW	Z:m	Renzoni e Vegni-Talluri, 1966

-continuação-

Espécies	Sexo estudado	ZW	Cromossomas sexuais		Referências	
			♂	♀		
<u>Bubo v. virginianus</u> (Gmelin, 1788)	♂ e ♀	82-84	ZZ	ZW	Z:m (4º par); W:m(maior par)	Krishan et al., 1965
<u>Strix aluco</u> L., 1758	♂ e ♀	82	ZZ	ZW	Z:st (maior par); W:m	Renzoni e Vegni-Talluri, 1966
<u>Tyto alba</u> (Scopoli, 1769)	♂ e ♀	92	ZZ	ZW	Z:m (maior par); W:m	Renzoni e Vegni-Talluri, 1966
Ordem - Passeriformes Família - Alaudidae <u>Alauda arvensis japonica</u> Temminck e Schlegel, 1848	♂ e ♀	78 e 77	ZZ	ZO	Z:sm (4º par)	Udagawa, 1952
Família - Corvidae <u>Corvus monedula</u> L., 1758 (= <u>Coloeus monedula</u>)	♂ e ♀	56-67	ZZ	ZO	Z:sm ou st (2º ou 3º par)	Pogossian, 1937 ¹
<u>Pica pica</u> (L., 1758)	♀	76 ^t	-	ZW	Z:sm (4º par) W:sm	Hammar, 1966
<u>Pica pica sericea</u> Gould, 1845	♂ e ♀	82 e 81	ZZ	ZO	Z:m	Susuki, 1949 ⁴
Família Muscipidae <u>Acrocephalus bistrigiceps</u> Swinhoe, 1860 <u>Cettia di phone cantans</u> Temminck e Schlegel, 1847 (= <u>Horeites cantans</u>)	♂ e ♀ ♂ e ♀	72 e 71 84 e 83	ZZ ZZ	ZO ZO	Z:m	Udagawa, 1952 Udagawa, 1955 ²

4- apud Makino e Baldwin, 1954

Espécies	Sexo estu- dado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
<u>Erithacus calliope</u> (Pallas, 1776) (= <u>Luscinia c. calliope</u>)	♂	80	-	-	Udagawa, 1952
<u>Erithacus k. komadori</u> (Temminck, 1835) (= <u>Luscinia k. komadori</u>)	♂	78	-	-	Udagawa, 1957
<u>Phoenicurus phoenicurus</u> (L., 1758)	♀	76 [±]	-	ZW	Hammar, 1966
<u>Turdoides s. striatus</u> (Dumont, 1823)	♂ e ♀	66	ZZ	Z:sm (6º par); W:sm	Ray-Chauduri et al., 1966
<u>Turdus chrysolaus</u> Temminck, 1831	♂ e ♀	84 e 83	ZZ	Z:st; W:sm	Yamashina, 1951 ²
<u>Turdus merula</u> L., 1758	♂ e ♀	60-85	ZZ	Z:m (5º par)	Unger, 1936 ⁴
<u>Turdus n. naumanni</u> Temminck, 1820	♂	84	-	-	Udagawa, 1957
<u>Turdus o. obscurus</u> Gmelin, 1789	♂	84	-	-	Udagawa, 1957
<u>Turdus pilaris</u> L., 1758	-	74-81	-	-	Pogossianz, 1937 ¹
<u>Zoothera dauma aurea</u> (Holandre, 1825) (= <u>Turdus a. aureus</u>)	♂ e ♀	84 e 83	ZZ	Z:m (5º par)	Udagawa, 1957
Família-Prunellidae					
<u>Prunella r. rubida</u> (Temminck e Schlegel, 1848)	♂	84	-	-	Udagawa, 1952
Família - Laniidae					
<u>Lanius cristatus</u> L., 1758 (= <u>Lanius cristatus superciliosus</u>)	♂ e ♀	72 e 71	ZZ	Z:sm ou st	Yamashina, 1951 ²
<u>Lanius tigrinus</u> Drapiez, 1828	♂	72	-	-	Udagawa, 1952

-continuação-

Espécies	Sexo estudado	2N	Cromossomas sexuais		Referências
			♂	♀	
Família - Ploceidae (Fringillidae)					
<u>Passer domesticus</u> (L., 1758)	♂ e ♀	40-48	-	-	Fogossianz, 1937 ¹
<u>Passer domesticus</u> (L., 1758)	♂ e ♀	54-60	ZZ	ZO	Riley, 1938
<u>Passer domesticus</u> (L., 1758)	♂ e ♀	76 ou 78	ZZ ou ZZ	ZW ou ZW	Van Brink, 1959
Família - Icteridae					
<u>Angelaius phoeniceus</u> (L., 1766)	♂ e ♀	76 e 75	ZZ	ZO	Makino e Baldwin, 1954
<u>Xanтоcephalus xanтоcephalus</u> (Bonaparte, 1826)	♂ e ♀	76 e 75	ZZ	ZO	Makino e Baldwin, 1954
Família - Fringillidae					
<u>Acanthis cannabina</u> (L., 1766) (= <u>Linota cannabina</u>)	♂ e ♀	64-85	ZZ	ZO	Unger, 1936 ¹
<u>Emberiza spodocephala</u> Pallas, 1776	♀	83	-	ZO	Yamashina, 1951 ²
<u>Serinus canaria</u> (L., 1758) (= <u>Serinus canarius</u>)	♂ e ♀	80 ⁺	ZZ	ZW	Ohno et al., 1964

W:m

3. MATERIAL

A Tabela 2 mostra as espécies de aves analisadas no presente trabalho e as referências correspondentes à sua posição sistemática, nomes vulgares e distribuição geográfica.

Tabela 2 - Espécies de aves analisadas.

Posição sistemática	Espécies
Ordem Tinamiformes	
Família Tinamidae	<u>Nothura maculosa</u> (Temminck, 1815) (Codorna, codorniz). Distribuição geográfica: Perú, Bolívia, Argentina, Paraguai, Brasil: sudeste, Minas Gerais e Ceará.
Ordem Anseriformes	
Família Anatidae	<u>Anas platyrhynchos</u> L., 1758 (Marreco). Distribuição geográfica: Europa e Asia, América do Norte, sul do México. <u>Cairina moschata</u> (L., 1758) (Pato do mato, pato bravo). Distribuição geográfica: sul do México, América Central, Antilhas, das Guianas até norte da Argentina, Paraguai e maior parte do Brasil. <u>Dendrocygna viduata</u> (L., 1766) (Irerê, marreca viúva). Distribuição geográfica: África tropical, Antilhas, América do Sul, e quase todo o Brasil. <u>Anas brasiliensis</u> Gmelin, 1789 (Marréca-ananai). Distribuição geográfica: América do Sul e provavelmente todos os estados do Brasil.
Ordem Galliformes	

-continuação-

Posição sistemática	Espécies
Família Cracidae	<p><u>Penelope superciliaris</u> Temminck, 1815 (Jacú, jacupemba).</p> <p>Distribuição geográfica: Brasil, parte do Paraguai e parte da Argentina.</p>
Família Phasianidae	<p><u>Coturnix coturnix</u> (L., 1758) (Codorna).</p> <p>Distribuição geográfica: Europa, Ásia e África.</p>
Ordem Gruiformes	
Família Rallidae	<p><u>Laterallus melanophaius</u> (Vieillot, 1819) (Frango d'água).</p> <p>Distribuição geográfica: América Central, América do Sul e parte do Brasil.</p> <p><u>Porzana albicollis</u> (Vieillot, 1819) (Saracura-sanã).</p> <p>Distribuição geográfica: Parte da América do Sul e parte do Brasil.</p>
Família Cariamidae	<p><u>Cariama cristata</u> (L., 1766) (Seriema).</p> <p>Distribuição geográfica: Brasil central e oriental.</p>
Ordem Columbiformes	
Família Columbidae	<p><u>Columba cayennensis</u> Bonnaterre, 1792 (Pomba do ar, pomba galega)</p> <p>Distribuição geográfica: Do sul do México à Argentina.</p> <p><u>Columbina talpacoti</u> (Temminck, 1811) (Rôla caldo de feijão).</p> <p>Distribuição geográfica: sul do México, América Central, parte da América do Sul e todo o Brasil.</p>

-continuação-

Posição sistemática	Espécies
Ordem Passeriformes Família Fringillidae	<u>Leptotila verreauxi</u> (Bonaparte, 1855) (Juriti, juruti).
	Distribuição geográfica: continente americano, a partir do sul dos Estados Unidos. Todo o Brasil.
	<u>Streptopelia decipiens</u> (Hartlaub e Finsch, 1870) (Pomba coleira).
	Distribuição geográfica: África.
	<u>Volatinia jacarina</u> (L., 1766) (Tiziu)
	Distribuição geográfica: sul do México, América Central, grande parte da América do Sul e todo o Brasil.

Obtivemos estas aves da seguinte maneira:

1) Aves domesticadas

Anas platyrhynchos e Cairina moschata - nos foram cedidos ovos destas espécies pela Cadeira de Zootecnia da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

Coturnix coturnix - obtivemos os espécimens na Granja Cordobras do Km 60 da Via Anhanguera, e os criámos no Instituto de Genética da E.S.A.L.Q.

Streptopelia decipiens - obtivemos os espécimens em Santa Gertrudes (S.P.).

2) Aves selvagens

A maioria das demais espécies foi capturada em estado jovem ou adulto, ou então os seus ovos, em Piracicaba (S.P.). Fazem exceção: Columba cayennensis em que um dos espécimens analisados era proveniente de Inhambi (S.P.); Leptotila verreauxi - um dos espécimens era procedente de Rio Claro (S.P.); Dendrocygna viduata e Anas brasiliensis - os espécimens foram coletados no estado de São Paulo pelo Departamento de Produção Animal da Água Branca.

4. MÉTODOS

No presente trabalho empregamos métodos de cultura de tecidos (métodos do "plasma-clot" e da tripsinização) e de esmagamento.

4.1. Métodos de cultura de tecidos.

Em linhas gerais, foram semelhantes aos que têm sido utilizados para mamíferos (Rothfels e Siminovitch, 1958 b; Chu e Giles, 1959; Paul, 1960).

4.1.1. Método de tripsinização.

Esta técnica foi a que mais utilizamos, pois deu melhores resultados para os casos em que os indivíduos analisados eram adultos ou jovens.

Sacrificamos os animais, retiramos assêpticamente os rins e os lavamos em solução salina balanceada de Hanks. A seguir fizemos a remoção do córtex renal e sua fragmentação em pequenos pedaços que foram novamente lavados na solução salina, e depois colocados em um frasco contendo tripsina (Difco) diluída na solução salina a 0,25%.

Deixamos o material a ser tripsinizado, em estufa a 41°C por 30 a 45 minutos e em seguida levamos para o agitador magnético durante 20 minutos. Desprezamos a primeira tripsinização, onde era grande a quantidade de células danificadas. Repetimos o processo uma ou duas vezes, obtendo-se grande quantidade de material para as culturas.

Centrifugamos a suspensão celular obtida, a aproximadamente 700 rpm durante 5-10 minutos. Decantamos o sobrenadante e ressuspendemos o material na solução salina. Novamente centrifugamos, decantamos e ressuspendemos as células em meio 199 (TC 199, Difco) suplementado com 10% de sêro bovino inativado a 56°C, e contendo 100 U.O. de penicilina e 100 ug de dehidroestreptomicina.

Para a preparação das culturas, diluimos a suspensão celular a uma concentração de 4×10^5 células por ml. Distribuimos quotas de 1 ml dessa suspensão em tubos Leighton contendo uma lamínula, e os colocamos em estufa a 41°C.

Quando o crescimento das culturas chegava a um ponto em que se observava confluência celular, substituímos o meio de cultura por um novo. Após 16 horas, procedemos à preparação citológica.

4.1.2. Método do "plasma-clot".

Preparámos as culturas com tecidos do coração, encéfalo, pele, rim e pulmão de embriões ou somente pulmão em animais adultos.

Removemos estes órgãos assêpticamente e os cortámos em pequenos fragmentos numa placa de Petri. Colámos estes fragmentos nas lamínulas dos tubos Leighton da seguinte maneira: estendemos sobre a lamínula uma gota de plasma de galo; em seguida, colocámos 3 ou 4 fragmentos do tecido sobre o filme de plasma, adicionando-se a cada um, uma gota de extrato embrionário. A aplicação deste extrato tem por função coagular o plasma e fixar o tecido no vidro. Para que se processasse esta fixação, deixámos os tubos em uma estufa a 37°C durante aproximadamente 16 horas. Findo este período, colocámos 1 ml de meio 199 em cada tubo e os deixámos na estufa a 41°C.

Aproximadamente após 3 a 4 dias, já observávamos o crescimento de uma coroa de células em tórno dos fragmentos. Substituímos então o meio da cultura por um novo e depois de 16 a 20 horas de incubação, procedemos à preparação citológica.

Observações - Preparámos os meios utilizados (solução salina balanceada de Hanks, sêro bovino, plasma de galo, extrato de embrião de galinha), segundo os processos usuais para cultura de tecidos (Merchant *et al.*, 1960; Paul, 1960).

O meio 199 foi o fornecido pela Difco sob forma liofilizada (11 g), e que é utilizado diluído em 1 litro de água bidestilada.

4.1.3. Preparação citológica.

Quando as culturas preparadas segundo os processos descritos, atingiam um ponto bom de crescimento, adicionámos a colchicina numa concentração de 5×10^{-6} M e deixámos os tubos na estufa a 41°C por 4 a 5 horas. Decorrido este tempo, retirámos as lamínulas e passámos ao tratamento hipotônico, com uma solução de NaCl a 0,17%, durante 20 minutos a 37°C.

A seguir, fixámos o material em etanol acético na proporção de 3:1 durante 30 minutos. Seguiu-se uma lavagem rápida das lamínulas em água destilada e secagem em temperatura ambiente (segundo Rothfels e Siminovitch, 1958a).

Depois de hidrolisarmos o material em HCl 1N durante 14 minutos a 56°C, procedemos à coloração com orceina aceto láctica a 2%, preparada da seguinte maneira: 85cc de ácido acético, 85cc de ácido láctico, 50cc de água destilada, 4 gr de orceina (Merck). A seguir, fizemos a desidratação, diafanização e montagem em bálsamo do Canadá.

4.2. Método de esmagamento de medula óssea.

A técnica que desenvolvemos foi uma simplificação de processos descritos anteriormente por Tjio e Whang (1962). Foi aplicada somente para seriema.

Obtínhamos a medula óssea por uma punção no fêmur. Recolhemos o material numa seringa heparinizada, (empregámos heparina sódica (Theodor Schuchardt) a 0,001%, diluída em água bidestilada), colocando-o em seguida num tubo de centrífuga contendo solução salina balanceada de Hanks. Centrifugámos o material a aproximadamente 400 rpm durante 5 minutos, o que favorecia a separação de grumos de elementos mieloides, sobrenadantes.

Removemos êstes grumos e fizemos o tratamento dêste material com solução hipotônica de NaCl a 0,17%, durante 25 minutos a 39°C.

A seguir, fixámos em ácido acético a 50%, por 30 minutos. O fixador foi depois retirado com uma pipeta Pasteur e substituído por um novo.

Depois do esmagamento, separámos lâmina e lamínula e fizemos sua secagem à temperatura ambiente. A coloração e preparação permanente foram feitas conforme descrevemos no ítem 4.1.3.

4.3. Análise citológica.

4.3.1. Contagens dos cromossomas.

As melhores metáfases, isto é, onde os cromossomas estavam bem dispersos e seu aspecto morfológico nítido, foram selecionadas ao microscópio e desenhadas. Nestes desenhos, fizemos a contagem dos cromossomas. Como em aves é difícil a contagem exata do número de cromossomas, organizámos uma tabela onde colocámos os valores observados com as respectivas frequências.

4.3.2. Microfotografias.

Tirámos as fotografias num fotomicroscópio Zeiss com objetiva de imersão 100x, fator da projetiva 3,2x e fator do Optovar 1,25x. Utilizámos filtros verdes Kodak 56 e 58.

O filme foi o High Contrast Copy da Kodak.

4.3.3. Análise morfológica dos cromossomas.

Depois de uma caracterização preliminar dos cromossomas, pela observação microscópica, fizemos sua análise morfológica mais detalhadamente, calculando os valores de comprimento relativo e relação de braços para cada cromossoma. Fizemos a determinação dêstes dados, segundo o método de Rothfels e Siminovitch (1958b).

As metáfases que escolhemos para as medições deviam preencher as seguintes condições: cromossomas bem dispersos na célula, com a posição do centrômero bem nítida, mas não muito contraídos, pois, caso contrário seria muito difícil medir os cromossomas menores.

Fizemos as medidas em fotografias com ampliação de 4 500x, com um compasso e determinámos os valôres de comprimento numa escala traçada em micra, com aproximação até 1/8 de micron. Medimos o comprimento total e dos braços de cada cromossoma. Em relação aos elementos de tamanho muito pequeno (em geral a partir de 1 μ), determinámos apenas o comprimento total, devido às dificuldades encontradas em medir os seus braços. Medimos 10 metáfases, para cada espécie, e sempre que possível, 5 do macho e 5 da fêmea.

Transformámos os valôres de comprimento absoluto dos cromossomas (em μ) em comprimento relativo, expresso em percentagem do comprimento total do lote diploide (autossomas + 2 cromossomas Z). No caso de indivíduos femininos, a fim de que os dados pudessem corresponder aos do macho, considerámos no cálculo do comprimento do lote diploide o cromossoma sexual Z duas vezes e desprezámos o W. Expressámos o comprimento relativo em função do comprimento total assim determinado, da mesma maneira como Rothfels e Siminovitch.

$$\text{Comprimento relativo} = \frac{\text{comprimento do cromossoma}}{\text{comprimento do lote diploide}} \times 100$$

Para expressar a posição do centrômero nos cromossomas, determinámos a relação de braços.

$$\text{Relação de braços} = \frac{\text{Braço maior}}{\text{Braço menor}}$$

Com êstes dados fizemos a identificação dos pares de homólogos em cada célula. Em tôdas as espécies pudemos caracterizar os pares de cromossomas maiores, enquanto que os menores cujo tamanho decresce gradativamente, não puderam ser individualizados.

Uma vez identificados os cromossomas, calculámos as médias dos valôres de comprimento relativo e relação de braços. Os dados de comprimento relativo foram expressos em percentagem do lote haploide. Calculámos êstes dados pela soma dos valôres de comprimento relativo expresso em percentagem do lote diploide, dos elementos de um par de homólogos em cada célula. O coeficiente de variação para as quinze espécies analisadas foi de 2,4 a 11% para o comprimento relativo e 1 a 15% para relação de braços.

Organizámos o cariótipo, colocando os cromossomas em ordem decrescente de tamanho. Reunimos os pares de cromossomas morfologicamente seme

lhantes em grupos, pareando-os arbitrariamente. Organizámos também em pares, arbitrariamente, os cromossomas menores não identificáveis individualmente.

Para a classificação dos cromossomas de acôrdo com a posição do centrômero, adotámos a nomenclatura de Levan et al. (1964), baseada na relação de braços:

- 1,0 a 1,7 - Cromossoma com centrômero mediano ou metacêntrico (m)
- 1,7 a 3,0 - Cromossoma com centrômero submédiano ou submetacêntrico (sm)
- 3,0 a 7,0 - Cromossoma com centrômero subterminal ou subtelocêntrico (st)
- 7,0 a ∞ - Cromossoma com centrômero terminal ou acrocêntrico (t)

Em geral, foi muito difícil a determinação deste índice para os cromossomas acrocêntricos onde o braço curto é muitas vezes imperceptível. Nestes casos, nos limitámos a mencionar que o referido índice é maior que 7. No caso de cromossomas de tamanho pequeno em que era difícil medir os braços do cromossoma, nos limitámos a mencionar que o centrômero se localizaria nas regiões subterminal ou terminal - (st - t), ou mediana - submediana (m-sm).

•••

5. RESULTADOS

Apresentamos nesta parte os resultados dos estudos cromossômicos das espécies analisadas.

5.1. Nothura maculosa (Temminck, 1815)

Analisámos três indivíduos cujas referências sobre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas empregadas se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 - Referências sobre os indivíduos de Nothura maculosa analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Órgão	Designação da cultura
Macho	Embrião (12 dias)	"Plasma-clot"	Coração	N.m.-1 (a)
			Pulmão	N.m.-1 (b)
			Encéfalo	N.m.-1 (c)
Macho	Embrião (14 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	N.m.-2
Macho	Jóvem (3 dias)	"Plasma-clot"	Pulmão	N.m.-3

A Figura 1 mostra uma metáfase analisada e a Tabela 4 os resultados das contagens do número de cromossomas. Nesta espécie o número diploide é de pelo menos 80 cromossomas, próximo do qual encontramos os números mais frequentes nas contagens e em metáfases nítidas. Nas células em que determinámos 80 cromossomas, apesar de não serem as mais frequentes, pudemos individualizar bem todos os cromossomas, o que nos levou a considerar esse número o mais consistente que pudemos determinar para Nothura maculosa.

A Figura 2 mostra o cariótipo do macho e na Tabela 32 estão as medidas de comprimento relativo e relação de braços dos cromossomas. O complemento diploide mede em média 77,5 μ (Tabela 33), em metáfases cujos cromossomas têm de 7 u a 0,37 μ de comprimento. Os 7 primeiros cromossomas são identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero. Os pares 1 e 2 apresentam centrômero mediano, sendo que o número 1 é nitidamente maior; 3, 4, 5 e 6 são cromossomas com centrômero subterminal. O par 3 é bem distinto pelo tamanho; 4 e 5 são bastante semelhantes e por serem difíceis de se individualizar nós os colocámos num grupo 4-5 e os pareámos arbitrariamente; o cromossoma 6 se distingue por ser um pouco menor que os precedentes. O par

Tabela 4 - Contagens do número de cromossomas de Nothura maculosa.

Referências	Número de cromossomas												Total de células analisadas	
	64	67	70	72	73	74	75	76	77	78	79	80		82
N.m.-1 (a)	1	1				1	5	2	1	1	2	2		16
N.m.-1 (b)						2	1	3	2			2	1	11
N.m.-1 (c)				1										1
N.m.-2						1		1					1	3
N.m.-3			1		1	1				1		1		5
Total	1	1	1	1	1	5	6	6	3	2	2	5	2	36

7 se distingue entre os demais; mas devido ao seu pequeno tamanho não foi possível medir a relação de braços, sendo apenas possível mencionar que o centrômero está na região subterminal-terminal (st-t, na Tabela 32). Os demais cromossomas de 9 a 40 formam uma série decrescente e não pudemos reconhecê-los individualmente, tendo sido pareados arbitrariamente. A maioria parece ter centrômero na região subterminal-terminal. Como analisámos somente machos, não temos informações sobre os cromossomas sexuais.

5.2. Anas platyrhynchos L., 1758

Analisámos 5 indivíduos, cujas referências sobre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas empregadas em sua análise estão na Tabela 5.

As Figuras 3 e 4 mostram respectivamente metáfases do macho e da fêmea e a Tabela 6, os resultados das contagens do número de cromossomas. Nessa espécie, o número diploide é de pelo menos 80 cromossomas, próximo do qual encontramos os números mais frequentes nas contagens e em metáfases nítidas. Nas células em que determinámos 80 cromossomas, apesar de não serem as mais frequentes, pudemos individualizar bem todos os cromossomas, o que nos levou a considerar êsse número o mais consistente que pudemos determinar para Anas platyrhynchos.

As Figuras 5 e 6 mostram respectivamente os cariótipos do macho e da fêmea e na Tabela 32 estão os dados de comprimento relativo e relação de braços. No cariótipo da fêmea, mostrámos apenas os cromossomas maiores identificáveis e o menor par de cromossomas, critério êste que será seguido nos casos em que analisámos macho e fêmea. O complemento cromossômico

Tabela 5 - Referências sôbre os indivíduos de Anas platyrhynchos, analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Orgão	Designação da cultura
Macho	Embrião (11 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	A.p.-1
Macho	Embrião (11 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	A.p.-2
Fêmea	Embrião (11 dias)	"Plasma-clot"	Coração	A.p.-3
Macho	Embrião (10 dias)	"Plasma-clot"	Coração	A.p.-4
Fêmea	Embrião (11 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	A.p.-5

de Anas platyrhynchos tem em média 80,5 μ de comprimento (Tabela 33), em metáfases cujos cromossomas medem de 5,5 μ a 0,35 μ . Os 8 primeiros pares são identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero. Os cromossomas 1 e 2 são metacêntricos, sendo que o nº 1 é nitidamente maior. Os pares 3, 5 e 6 apresentam centrômero terminal: o 3 se distingue pelo tamanho, nitidamente maior; os cromossomas 5 e 6 são muito semelhantes e nós os colocamos num grupo (5-6). O cromossoma 4 apresenta centrômero subterminal. Os pares 7 e 8, difíceis de se distinguir entre si, formam um grupo distinto dos demais cromossomas, pelo tamanho: apresentam centrômero na região subterminal-terminal. Os demais cromossomas formam uma série decrescente de 9 a 40, tendo a maioria aparentemente centrômero terminal ou subterminal.

Na fêmea aparece um cromossoma ímpar correspondente ao 4º par no macho, com cerca de 2,4 μ de comprimento, sendo êsse portanto, o cromossoma sexual Z. Seu comprimento relativo corresponde a 5,8% do lote haploide.

Estes dados estão em linhas gerais de acôrdo com os de Yamashina (1942), Krishan (1963), Ohno et al. (1964), Hammar (1966), Takagi e Makino (1966), com algumas restrições. Estas se referem à identificação do cromossoma Z, considerado correspondente ao 5º par por Yamashina e Krishan, e ao 6º par por Hammar. Pudemos no entanto evidenciar claramente que o cromossoma Z corresponde ao 4º par da mesma maneira como Ohno et al. e Takagi e Makino.

Quanto ao cromossoma W, Hammar considerou-o um pequeno metacêntrico com comprimento relativo equivalente a 3,1% do lote haploide. Takagi

Tabela 6 - Contagens do número de cromossomas de Anas platyrhynchos.

Referências	Número de cromossomas											Total de células analisadas
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
A.p.-1			1		1		1	2	2	3	1	11
A.p.-2		1		2	2		1	1				7
A.p.-3			1		1		2	4	5	7		20
A.p.-4				1	2	1	2			1	2	9
A.p.-5	2	2	3			1			2	1	1	12
Total	2	3	5	3	6	2	6	7	9	12	4	59

e Makino identificaram-no como um pequeno submetacêntrico de tamanho mais ou menos equivalente ao 10º par; não consideraram no entanto esta identificação como absolutamente segura. Não pudemos distinguir em nossas preparações um cromossoma que pudesse se destacar entre os pares 7 e 10. Em nossa opinião é bastante difícil identificar com certeza o cromossoma W em Anas platyrhynchos, que deve ser morfológicamente semelhante a outros autossomas de tamanho semelhante ao seu.

5.3. Cairina moschata (L., 1758)

Analisámos 4 indivíduos, cujas indicações sobre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas utilizadas se encontram na Tabela 7.

Tabela 7 - Referências sobre os indivíduos de Cairina moschata analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Órgão	Designação da cultura
Macho	Embrião (9 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	C.m.-1
Macho	Embrião (10 dias)	"Plasma-clot"	Coração	C.m.-7
Macho	Embrião (10 dias)	"Plasma-clot"	Coração	C.m.-8
Fêmea	Embrião (20 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	C.m.-9

As Figuras 7 e 8 mostram respectivamente metáfases do macho e da fêmea, e a Tabela 8, os resultados das contagens do número de cromossomas.

Tabela 8 - Contagens do número de cromossomas em Cairina moschata.

Referências	Número de cromossomas										Total de células analisadas
	70	71	72	73	74	76	77	78	79	80	
C.m.-1			1					2		1	4
C.m.-7		2			1	1		1			5
C.m.-8	1				1	1		1		1	5
C.m.-9	2	1	1	1	3	1	1	6	3	1	20
Total	3	3	2	1	5	3	1	10	3	3	34

O número diploide é de pelo menos 80 cromossomas, conclusão tirada pelos mesmos motivos mencionados para Anas platyrhynchos.

As Figuras 9 e 10 mostram respectivamente os cariótipos do macho e da fêmea; na Tabela 32 estão os dados de comprimento relativo e relação de braços. O comprimento total do lote diploide é de 73,5 μ aproximadamente na metáfase (Tabela 33), onde os cromossomas medem de 5,1 μ a 0,35 μ . Os 8 primeiros pares de cromossomas são identificáveis pelo seu tamanho e posição do centrômero. O cromossoma 1 é submetacêntrico, enquanto que o 2 é metacêntrico, de tamanho menor. Os cromossomas 3, 4, 5 e 6 apresentam centrômero terminal: o 3 é nitidamente maior e os demais se distinguem entre si por pequenas diferenças de tamanho. Os cromossomas 7 e 8 formam um grupo distinto pelo tamanho, com centrômero na região st-t. A seguir, vem a série decrescente de cromossomas de 9 a 40 que não podemos distinguir individualmente, a maioria com centrômero aparentemente terminal ou subterminal.

O cromossoma Z com cerca de 2,0 μ de comprimento corresponde ao 4º par e representa 5,7% do lote haploide. Não foi possível identificar o cromossoma W pelos mesmos motivos mencionados para Anas platyrhynchos.

O estudo de Yamashina (1942) sobre Cairina moschata apresenta, em linhas gerais, resultados semelhantes aos nossos; faz exceção, a identificação do cromossoma Z, considerado pelo autor como correspondente ao 5º par.

5.4. Dendrocygna viduata (L., 1766)

Analisámos 2 indivíduos, cujos dados sobre sexo, estágio de de

envolvimento e técnicas utilizadas se encontram na Tabela 9.

Tabela 9 - Referências sobre os indivíduos de Dendrocygna viduata analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Órgão	Designação da cultura
Macho	Adulto	"Plasma-clot"	Pulmão	D.v.-1
Fêmea	Adulto	"Plasma-clot"	Rim	D.v.-2 (a)
	Adulto	"Plasma-clot"	Pulmão	D.v.-2 (b)

As Figuras 11 e 12 mostram respectivamente metáfases do macho e da fêmea e a Tabela 10 os resultados das contagens do número de cromossomas.

Tabela 10 - Contagens do número de cromossomas em Dendrocygna viduata.

Referências	Número de cromossomas								Total de células analisadas
	71	72	73	74	75	77	78	86	
D.v.-1				1	2			1	4
D.v.-2 (a)	1	1	1			1	1		5
D.v.-2 (b)				1					1
Total	1	1	1	2	2	1	1	1	10

Nessa espécie o número de células que pudemos analisar foi muito pequeno; mas como nas metáfases com 77 e 78 cromossomas o aspecto era nítido, concluímos que o número diploide deve ser pelo menos de 78 cromossomas.

As Figuras 13 e 14 mostram respectivamente o cariótipo do macho e da fêmea; na Tabela 32 estão os dados de comprimento relativo e relação de braços. O complemento diploide mede em média 71,7 μ de comprimento na metáfase (Tabela 33), medindo seus cromossomas aproximadamente de 4,8 a 0,3 μ . Os 8 primeiros pares de cromossomas são reconhecíveis individualmente, e em linhas gerais bastante semelhantes aos de Cairina moschata. Segue-se a série decrescente de cromossomas de 9 a 39, a maioria parecendo ter centrômero subterminal ou terminal.

O cromossoma Z, com cerca de 2,0 μ corresponde ao 4º par, com comprimento relativo equivalente a 5,9% do lote haploide. Nesta espécie tam

bém não foi possível identificar o cromossoma W.

5.5. Anas brasiliensis Gmelin, 1789

Analisámos um indivíduo cujas referências sôbre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas empregadas se encontram na Tabela 11.

Tabela 11 - Referências sôbre os indivíduos de Anas brasiliensis analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Orgão	Designação da cultura
Macho	Adulto	"Plasma-clot"	Pulmão	A,b.-3

As preparações desta espécie continham poucas células com aspecto nítido, tendo sido possível apenas a obtenção de alguns poucos dados que citámos a título de informações sôbre Anas brasiliensis.

Não pudemos fazer a determinação do número de cromossomas, devido ao pequeno número de metáfases obtidas. Foi possível, no entanto, a obtenção de alguns dados sôbre a morfologia dos cromossomas, em células com 76 cromossomas. A média do comprimento total do lote diploide foi de 69,0 μ (Tabela 33). As Figuras 15 e 16 mostram uma metáfase do macho e o respectivo cariótipo. Os 8 primeiros cromossomas podem ser reconhecidos individualmente. Em linhas gerais o complemento cromossômico desta espécie é bastante semelhante aos das duas precedentes.

5.6. Penelope superciliaris Temminck, 1815

Analisámos dois indivíduos, cujas referências sôbre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas utilizadas se encontram na Tabela 12.

Tabela 12 - Referências sôbre os indivíduos de Penelope superciliaris analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Orgão	Designação da cultura
Macho	Adulto	Tripsinização	Rim	P.s.-1
Macho	Adulto	Tripsinização	Rim	P.s.-2

A Figura 17 mostra uma metáfase analisada e na Tabela 13 estão os resultados das contagens do número de cromossomas.

Tabela 13 - Contagens do número de cromossomas em Penelope superciliaris.

Referências	Número de cromossomas									Total de células analisadas
	68	69	70	71	72	73	74	75	76	
P.s.-1	1	1	1	1	1	2	2		2	11
P.s.-2			1					3		4
Total	1	1	2	1	1	2	2	3	2	15

Nessa espécie, o número de células que pudemos analisar foi muito pequeno, mas como nas metáfases com 75 e 76 cromossomas o aspecto era bastante nítido, concluímos que o número deve ser pelo menos de 76 cromossomas.

Na Figura 18 está o cariótipo de Penelope superciliaris e na Tabela 32 os dados de comprimento relativo e relação de braços. O comprimento total do complemento diploide é de 75,5 μ em média na metáfase (Tabela 33), onde os cromossomas medem de 5,9 μ a 0,3 μ . Os 8 primeiros pares são reconhecíveis individualmente pelo tamanho e posição do centrômero. Os pares 1 e 2 apresentam centrômero mediano, sendo que o nº 1 é nitidamente maior. O 3 é um acrocêntrico de tamanho um pouco menor que o precedente. O 4 é um metacêntrico médio. Os cromossomas 5 e 6, distintos por pequena diferença de tamanho têm centrômero respectivamente terminal e subterminal; 7 e 8 de tamanho menor têm o centrômero localizado na região st-t, e podem ser reconhecidos individualmente. Os demais cromossomas formam uma série que decresce gradualmente em tamanho de 9 a 38, e que não podem ser individualizados; parecem ter em grande parte centrômero na região st-t.

5.7. Coturnix coturnix (L., 1758)

Analisámos 8 indivíduos, cujas referências sobre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas empregadas se encontram na Tabela 14.

As Figuras 19 e 20 mostram respectivamente metáfases do macho e da fêmea.

Desde que as metáfases em que determinámos 78 cromossomas foram as mais frequentes e em sua maioria muito nítidas, concluímos que êsse é

o número mais consistente que pudemos determinar para Coturnix coturnix.

As Figuras 21 e 22 mostram respectivamente os cariótipos do macho e da fêmea. Na Tabela 32 estão as medidas de comprimento relativo e relação de braços. O comprimento total do comprimento cromossômico é de 79,5 μ de comprimento na metáfase (Tabela 33), onde os cromossomas medem de 5,5 μ a 0,3 μ . Os 12 primeiros pares são reconhecíveis pelo tamanho e posição do centrômero. O cromossoma nº 1 é submetacêntrico, e nitidamente maior que o nº 2, que é metacêntrico. Os pares 3 e 4 apresentam respectivamente centrômeros terminal e subterminal e são distintos pelo tamanho. O cromossoma 5 é metacêntrico; o 6 tem centrômero terminal e é bem menor que o precedente. Os pares 7 e 8 não se distinguem pelo tamanho e nós os colocamos num grupo (7-8); apresentam o centrômero na região subterminal-terminal. A seguir, pudemos reconhecer 4 pares de cromossomas metacêntricos ou submetacêntricos, cujo pequeno tamanho não permitiu a medida dos seus braços (grupo 9-12). Não pudemos reconhecer individualmente os demais cromossomas de 13 a 39; entre eles parece haver outros pares de metacêntricos, sendo que a maioria tem centrômero aparentemente terminal ou subterminal.

Tabela 14 - Referências sobre os indivíduos de Coturnix coturnix analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Órgão	Designação da cultura
Macho	Embrião (6 dias)	"Plasma-clot"	Coração	G.- C.c.-1
Macho	Embrião (11 dias)	"Plasma-clot"	Coração	G.- C.c.-2
Fêmea	Embrião (8 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	G.- C.c.-3 (a)
			Pele	G.- C.c.-3 (b)
			Coração	G.- C.c.-3 (c)
Fêmea	Embrião (5 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	G.- C.c.-4
Macho	Embrião (6 dias)	"Plasma-clot"	Coração	G.- C.c.-5
Macho	Jóvem (12 dias)	Tripsinização	Rim	G.- C.c.-6
Fêmea	Jóvem (12 dias)	Tripsinização	Rim	G.- C.c.-7
Macho	Embrião (10 dias)	"Plasma-clot"	Rim	G.- C.c.-8

O cromossoma sexual Z, com cêrca de 2,7 μ de comprimento, corresponde ao 5º par metacêntrico, com comprimento relativo igual a 6,8. O cromossoma W é um cromossoma com centrômero subterminal de tamanho intermediário aos 5º e 6º pares (comprimento relativo = 4,6).

Tabela 15 - Contagens do número de cromossomas em Coturnix coturnix.

Referências	Número de cromossomas													Total de células analisadas
	68	69	73	74	75	76	77	77-78	78	79	80	82	83	
G.- C.c.-1							1							1
G.- C.c.-2	1					1								2
G.- C.c.-3 (a)					2					1				3
G.- C.c.-3 (b)				1										1
G.- C.c.-3 (c)			1		1									2
G.- C.c.-4							1		4	1				6
G.- C.c.-5		1	1	1	1		1		2					7
G.- C.c.-6			1		2	1	2		2		1		1	10
G.- C.c.-7					1	1		1					1	4
G.- C.c.-8							1							1
Total	1	1	3	2	7	3	6	1	8	2	1	1	1	37

Nossos dados conferem em linhas gerais, com observações feitas anteriormente (Oguma, 1938; Ohno et al., 1964; Talluri e Vegni, 1965).

5.8. Laterallus melanophaius (Vieillot, 1819)

Analisámos 4 indivíduos, cujos dados sôbre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas utilizadas se encontram na Tabela 16.

A Figura 23 mostra uma metáfase analisada e na Tabela 17 estão os resultados das contagens do número de cromossomas.

O número diploide desta espécie é de pelo menos 78 cromossomas. Na maior parte das metáfases analisadas contámos de 75 a 79 cromossomas, devendo-se frisar que as metáfases com 78 cromossomas eram bastante nítidas. Nas preparações citológicas desta espécie, os cromossomas apresentavam-se muito contraídos, com as cromátides bastante separadas, o que causou neste

Tabela 16 - Referências sôbre os indivíduos de Laterallus melanophaius analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Órgão	Designação da cultura
Fêmea	Embrião (9 dias)	"Plasma-clot"	Coração	L.m.-1
Fêmea	Embrião (10 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	L.m.-2
Fêmea	Embrião (10 dias)	"Plasma-clot"	Encéfalo	L.m.-3
Fêmea	Jóvem (3 dias)	Tripsinização	Rim	L.m.-4

caso maiores problemas na individualização dos cromossomas de pequeno tamanho.

Tabela 17 - Contagens do número de cromossomas em Laterallus melanophaius.

Referências	Número de cromossomas											Total de células analisadas	
	67	68	69	71	72	73	75	76	77	78	79		81
L.m.-1		1					2		1	2	4	1	11
L.m.-2	1		1	1			2	2		1			8
L.m.-3					1	1	1						3
L.m.-4	1			1			5		1	1			9
Total	2	1	1	2	1	1	10	2	2	4	4	1	31

A Figura 24 mostra o cariótipo da fêmea e a Tabela 32, as medidas de comprimento relativo e relação de braços. O comprimento total dos cromossomas é cerca de $80,3 \mu$ na metáfase (Tabela 33), onde os cromossomas medem de $4,7 \mu$ a $0,3 \mu$. Os 7 primeiros pares podem ser reconhecidos individualmente: 1 e 2 são metacêntricos, sendo que o número 1 é nitidamente maior; 3 e 4, com centrômero terminal, são bem distintos pelo tamanho; 5 e 6, metacêntricos bastante semelhantes também, mas são distintos por pequena diferença de tamanho. O 7 é um pequeno cromossoma com centrômero terminal

que se distingue pelo tamanho, dos subsequentes. A seguir, vem a série gradualmente decrescente de cromossomas de 8 a 39, cuja maioria parece ter centrômero terminal.

O 5º cromossoma, com cêrca de 2,3 μ de comprimento, por ordem de tamanho, é ímpar, devendo corresponder ao cromossoma Z. Seu comprimento relativo é de 5,8. O W é um pequeno metacêntrico de tamanho intermediário entre o 6º e o 7º cromossomas.

5.9. Porzana albicollis (Vieillot, 1819)

Só pudemos analisar um indivíduo, cujos dados se encontram na Tabela 18.

Tabela 18 - Referências sôbre o indivíduo de Porzana albicollis analisado.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Órgão	Designação da cultura
Macho	Adulto	"Plasma-clot"	Pulmão	P.a.-1

A Figura 25 mostra uma metáfase analisada. Na Tabela 19 estão os resultados das contagens do número de cromossomas. Em 7 células analisadas, 5 tinham 70 e 72 cromossomas e nestas metáfases o aspecto era muito nítido, o que nos permitiu concluir que o número diploide é de pelo menos 72 cromossomas.

Tabela 19 - Contagens do número de cromossomas em Porzana albicollis analisados.

Referências	Número de cromossomas				Total de células analisadas
	68	70	72	73	
P.a.-1	1	2	3	1	7

A Figura 26 mostra o cariótipo de Porzana albicollis; na Tabela 32 estão os dados de comprimento relativo e relação de braços. O comprimento do complemento diploide é cêrca de 84,6 μ na metáfase (Tabela 33), onde os cromossomas medem em média de 6,1 μ a 0,4 μ . Os 9 primeiros pares de cromossomas são identificáveis pelo comprimento relativo e relação de braços.

Os cromossomas 1 e 2 são metacêntricos, sendo o nº 1 nitidamente maior; o 3 é submetacêntrico; o 4 é um metacêntrico um pouco menor; o 5 é um submetacêntrico nitidamente menor que o precedente e quase do mesmo tamanho que o nº 6, que tem centrômero terminal; 7, 8 e 9 formam 3 pares de pequenos metacêntricos, que podem ser individualizados pelo tamanho. Os demais formam uma série gradualmente decrescente em ordem de tamanho, de 10 a 36, com comprimento relativo de 2,3 a 0,8, entre os quais pode-se observar alguns com centrômero na região m-sm, ou na st-t.

Como foram analisados só machos, não temos dados sobre os cromossomas sexuais.

5.10. Cariama cristata (L., 1766)

Os dados sobre o único indivíduo que pudemos analisar se encontram na Tabela 20.

Tabela 20 - Referências sobre o indivíduo de Cariama cristata analisado.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Técnicas		Designação da cultura
Macho	Adulto	"Plasma-clot"	Pulmão	C.cr.-1 (a)
		Esmagamento de medula óssea		C.cr.-1 (b)

A Figura 27 mostra uma metáfase analisada, e a Tabela 21 os resultados das contagens do número de cromossomas.

Na Tabela 21 está o resultado das contagens do número de cromossomas. As metáfases em que contamos 109 e 110 cromossomas eram bastante nítidas, o que nos permitiu concluir que o número diploide deve ser pelo menos de 110 cromossomas.

A Figura 28 mostra o cariótipo do macho, e a Tabela 32 os valores de comprimento relativo e relação de braços. O complemento diploide mede em média cerca de 98 μ de comprimento, na metáfase (Tabela 33), onde os cromossomas têm de 2,8 μ a 0,4 μ . Em Cariama cristata, o complemento cromossômico tem um aspecto completamente diferente do típico da maioria das aves. É constituído por uma série de cromossomas com centrômero terminal ou subterminal, que decrescem gradativamente de tamanho, sem passagem abrupta de cromossomas de tamanho relativamente grande para outros menores. Só pudemos identificar com certeza o cromossoma nº 1, nitidamente maior que os subse-

Tabela 21 - Contagens do número de cromossomas em Cariama cristata.

Referências	Número de cromossomas													Total de células analisadas
	96	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	121	
C.cr.-1 (a)		1	1	1		1		4	1	3	1	2	1	16
C.cr.-1 (b)	2		1		1		1	1	1	1	1	1	1	11
Total	2	1	2	1	1	1	1	5	2	4	2	3	2	27

qüentes: é subtelocêntrico, correspondente a 5,5% do lote haploide. Os demais, decrescentes gradualmente em tamanho, não puderam ser individualizados. Como não pudemos analisar a fêmea, não temos dados sobre os cromossomas sexuais.

5.11. Columba cayennensis Bonnaterre, 1792

Analisámos dois indivíduos, cujos dados sobre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas empregadas se encontram na Tabela 22.

Tabela 22 - Referências sobre os indivíduos de Columba cayennensis analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Orgão	Designação da cultura
Fêmea	Adulto	Tripsinização	Rim	C.c.(C)-1
Macho	Adulto	Tripsinização	Rim	C.c.(C)-2

As Figuras 29 e 30 mostram respectivamente, uma metáfase do macho e da fêmea, e a Tabela 23 os resultados das contagens do número de cromossomas.

As metáfases em que contámos 75 e 76 cromossomas eram bastante nítidas, o que nos permitiu concluir que o número de cromossomas deve ser de pelo menos 76 cromossomas.

As Figuras 31 e 32 mostram respectivamente, o cariótipo do macho e da fêmea, e na Tabela 32 estão os valores de comprimento relativo e relação de braços dos cromossomas. O complemento cromossômico mede em média 77,5 μ na metáfase (Tabela 33), onde o comprimento dos cromossomas vai de 6 μ

Tabela 23 - Contagens do número de cromossomas de Columba cayennensis.

Referências	Número de cromossomas											Total de células analisadas
	65	66	67	69	70	72	73	74	75	76	77	
C.c.(C)-1		1				1		2		1		5
C.c.(C)-2	1		1	1	2	1	1		1	2	1	11
Total	1	1	1	1	2	2	1	2	1	3	1	16

a 0,3 μ . Os 8 primeiros pares são identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero. Os cromossomas nº 1 e nº 2 apresentam centrômero mediano, sendo que o 1 é nitidamente maior. O cromossoma 3 apresenta centrômero subterminal. Os pares 4, 5 e 6 são metacêntricos, com braços desiguais: o 4 é distinguível pelo tamanho um pouco maior; os outros dois, por serem muito semelhantes foram colocados num grupo (5-6). Os cromossomas 7 e 8 são submetacêntricos, este último de tamanho nitidamente menor que o precedente. Do 9º ao 38º pares, os cromossomas formam uma série decrescente e não podem ser identificados; aparentemente, grande parte apresenta centrômero terminal ou subterminal.

O cromossoma Z, com aproximadamente 2,4 μ de comprimento, corresponde ao 4º par metacêntrico, que representa 6,2% do lote haploide. O cromossoma W é um pequeno cromossoma de tamanho intermediário entre o 8º e 9º pares, e corresponde a aproximadamente 2,3% do lote haploide. A posição do centrômero não estava nítida nas poucas células da fêmea, que analisámos.

5.12. Columbina talpacoti (Temminck, 1811)

Analisámos 3 indivíduos, cujas referências se encontram na Tabela 24.

As Figuras 33 e 34 mostram respectivamente, metáfases do macho e da fêmea, e a Tabela 25 os resultados das contagens do número de cromossomas.

As metáfases em que contámos 75 e 76 cromossomas foram as mais frequentes e com aspecto nítido: o número diploide é de pelo menos 76 cromossomas.

As Figuras 35 e 36 mostram respectivamente, os cariótipos do macho e da fêmea, e na Tabela 32 estão as medidas de comprimento relativo e relação de braços. O comprimento do complemento diploide é cerca de 74,3 μ

Tabela 24 - Referências sobre os indivíduos de Columbina talpacoti, analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Órgão	Designação da cultura
Macho	Adulto	"Plasma-clot"	Pulmão	C.t.-1
Fêmea	Adulto	Tripsinização	Rim	C.t.-2
Macho	Adulto	Tripsinização	Rim	C.t.-3

na metáfase (Tabela 33), com os cromossomas medindo aproximadamente de $5,4 \mu$ a $0,3 \mu$. Os 7 primeiros pares são identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero. Os pares 1 e 2 são metacêntricos, sendo que o número 1 é nitidamente maior; 3 tem centrômero subterminal. Os cromossomas 4, 5 e 6 são metacêntricos com braços praticamente iguais: 4 se distingue pelo tamanho um pouco maior, mas 5 e 6 não se distinguem entre si (grupo 5-6). O par 7, de tamanho semelhante aos dois anteriores, apresenta centrômero terminal. Os demais cromossomas, em grande parte, com centrômero subterminal e terminal, formam uma série decrescente, de 8 a 38.

Tabela 25 - Contagens do número de cromossomas em Columbina talpacoti.

Referências	Número de cromossomas													Total de células analisadas
	64	65	67	68	69	70	72	73	74	75	76	77	78	
C.t.-1			1										1	2
C.t.-2	2	1	2	1	1	4	1		1	3	1		1	18
C.t.-3			1		1	1		1	1	3	2	1		11
Total	2	1	4	1	2	5	1	1	2	6	3	1	2	31

O cromossoma Z, com cerca de $2,4 \mu$ de comprimento, corresponde ao 4º par na ordem decrescente, equivalendo a $6,6\%$ do lote haploide. O W é um pequeno cromossoma com centrômero subterminal intermediário entre os pares 7 e 8, equivalente a $3,06\%$ do lote haploide.

5.13. Leptotila verreauxi (Bonaparte, 1855)

Analisámos 2 indivíduos, cujos dados sobre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas empregadas se encontram na Tabela 26.

Tabela 26 - Referências sobre os indivíduos de Leptotila verreauxi analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Orgão	Designação da cultura
Macho	Adulto	"Plasma-clot" Tripsinização	Pulmão Rim	L.v.-1 (a) L.v.-1 (b)
Macho	Adulto	"Plasma-clot" Tripsinização	Pulmão Rim	L.v.-4 (a) L.v.-4 (b)

A Figura 37 mostra uma metáfase analisada, e a Tabela 27 os resultados das contagens do número de cromossomas.

Tabela 27 - Contagens do número de cromossomas em Leptotila verreauxi.

Referências	Número de cromossomas														Total de células analisadas
	65	66	67	70	71	72	73	74	75	76	77	78	80	81	
L.v.-1 (a)						2	1				3	1	1	1	9
L.v.-1 (b)	1		1	1	1	1	2	3	1	1	4	1			17
L.v.-4 (a)							1					1			2
L.v.-4 (b)		1	1			1				2		1		1	7
Total	1	1	2	1	1	4	4	3	1	3	7	4	1	2	35

As metáfases em que contámos 77 e 78 cromossomas foram as mais frequentes. Seu aspecto era muito nítido, o que nos permitiu concluir que o número de cromossomas em Leptotila verreauxi é de pelo menos 78 cromossomas.

A Figura 38 mostra o cariótipo do macho, e a Tabela 32 as medidas de comprimento relativo e relação de braços dos cromossomas. O comprimento total do lote diploide é cerca de 88,9 μ na metáfase (Tabela 33), onde os cromossomas medem de 6,2 μ a 0,3 μ . Os 9 primeiros pares de cromossomas

são identificáveis. O par nº 1 apresenta centrômero mediano, enquanto que o nº 2 é submediano e nitidamente menor. O cromossoma 3 apresenta centrômero subterminal. Os pares 4 e 5 são metacêntricos, com braços praticamente iguais, e difíceis de se distinguir um do outro pelo tamanho (grupo 4-5). Os cromossomas 6 e 7 são submetacêntricos identificáveis individualmente: o 6 é um pouco maior e mais assimétrico que o 7. O par 8 é um pequeno submetacêntrico, e o 9 é metacêntrico, nitidamente menor que o precedente. A seguir, os cromossomas formam uma série que decresce gradualmente de 10 a 39, a maioria com centrômero na região st-t.

Como foram analisados somente machos, não temos informações sobre os cromossomas sexuais.

5.14. Streptopelia decipiens (Hartlaub e Finsch, 1870)

Analisámos 3 indivíduos, cujas referências se encontram na Tabela 28.

Tabela 28 - Referências sobre os indivíduos de Streptopelia decipiens analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Orgão	Designação da cultura
Fêmea	Adulto	Tripsinização	Rim	S.d.-1
Fêmea	Adulto	Tripsinização	Rim	S.d.-2
Fêmea	Adulto	Tripsinização	Rim	S.d.-3

A Figura 39 mostra uma metáfase analisada e a Tabela 29 os resultados das contagens do número de cromossomas.

Desde que o número 76 foi encontrado mais frequentemente nas contagens e em células com aspecto muito nítido, concluímos que este é o número mais consistente que pudemos determinar para Streptopelia decipiens.

A Figura 40 indica o cariótipo da fêmea, e na Tabela 32 estão os dados de comprimento relativo e relação de braços dos cromossomas. O comprimento total do lote diploide é cerca de 67,7 μ em metáfases (Tabela 33), onde os cromossomas medem de 4,7 μ a 0,3 μ . Os 8 primeiros pares podem ser identificáveis pelo tamanho e posição do centrômero. Os pares 1 e 2 são metacêntricos bem distintos pelo tamanho; o 3 apresenta centrômero subterminal. Os pares 4, 5 e 6 são metacêntricos, com braços levemente desiguais:

4 se distingue dos demais pelo tamanho um pouco maior; 5 e 6 são bastante semelhantes entre si, e foram colocados num grupo (5-6). Os cromossomas 7 e 8 são submetacêntricos, distintos principalmente pelo tamanho. Os demais cromossomas de 9 a 38 parecem ter em sua maioria, centrômero subterminal ou terminal, tendo-se observado em algumas células, alguns cromossomas metacêntricos ou submetacêntricos.

Tabela 29 - Contagens do número de cromossomas de Streptopelia decipiens.

Referências	Número de cromossomas														Total de células analisadas
	65	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	
S.d.-1		2				1	1		1		1				6
S.d.-2	1	1	1	2			1	1	3	2	4	1	2	1	20
S.d.-3				3	3		1			1	3	1			12
Total	1	3	1	5	3	1	3	1	4	3	8	2	2	1	38

O cromossoma correspondente ao 4º par aparece sempre ímpar, devendo portanto, corresponder ao sexual Z. Mede cerca de 2,0 µ de comprimento, equivalente a 6,3% do lote haploide. O W é um pequeno submetacêntrico de tamanho intermediário entre o 8º e 9º pares, e correspondente a 3,3% do lote haploide.

5.15. Volatinia jacarina (L., 1766)

Analisámos três indivíduos, cujos dados sobre sexo, estágio de desenvolvimento e técnicas utilizadas se encontram na Tabela 30.

As Figuras 41 e 42 mostram respectivamente, metáfases da fêmea e do macho, e na Tabela 31 estão os resultados das contagens do número de cromossomas.

O número diploide é de pelo menos 78 cromossomas, que foi o número que pudemos determinar com mais consistência em Volatinia jacarina.

Nas Figuras 43 e 44 estão respectivamente, os cariótipos da fêmea e do macho e na Tabela 32, as medidas de comprimento relativo e relação de braços dos cromossomas. O comprimento do lote diploide é cerca de 79,6 µ na metáfase (Tabela 33), onde os cromossomas medem aproximadamente de 4,8 µ a 0,4 µ. Os 9 primeiros cromossomas em ordem decrescente de tamanho são identificáveis pelo comprimento relativo e relação de braços. O par número

Tabela 30 - Dados sôbre os indivíduos de Volatinia jacarina analisados.

Sexo	Estágio de desenvolvimento	Tipo de cultura	Órgão	Designação da cultura
Fêmea	Jóvem (1 dia)	"Plasma-clot"	Coração	V.j.-2 (a)
		"Plasma-clot"	Pulmão	V.j.-2 (b)
		Tripsinização	Rim	V.j.-2 (c)
Macho	Adulto	Tripsinização	Rim	V.j.-5
Fêmea	Adulto	Tripsinização	Rim	V.j.-7

1 é metacêntrico; 2 e 3 apresentam centrômero subterminal, sendo que o 2 é um pouco maior que o 3. O par 4 é submetacêntrico. Os cromossomas 5, 6, 7, 8 e 9 apresentam centrômero subterminal; são gradativamente decrescentes em tamanho e distinguíveis individualmente. Os demais cromossomas, de 10 a 39, não puderam ser individualizados; entre êstes pudemos observar alguns cromossomas, entre os maiores, com centrômero na região m-sm.

Tabela 31 - Contagens do número de cromossomas de Volatinia jacarina.

Referências	Número de cromossomas											Total de células analisadas
	66	70	72	73	74	75	76	77	78	79	81	
V.j.-2 (a)			1	1								2
V.j.-2 (b)		1			1			2	2	1		7
V.j.-2 (c)	1		3			2	1	1			1	9
V.j.-5				1	1				1	1		4
V.j.-7				1				1				2
Total	1	1	4	3	2	2	1	4	3	2	1	24

O cromossoma Z corresponde ao 4º par e mede 2,5 μ de comprimento, equivalente a 6,1% do lote haploide. O W é um submetacêntrico de tamanho intermediário entre o 7º e 8º pares.

<u>Penelope superciliaris</u>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-38
Nº dos cromossomas	1	2	3	4	5	6	7	8	9-38
Comprimento relativo	15,0	11,5	8,6	6,5	5,9	5,3	3,6	3,3	3,0-0,6
Relação de braços	1,4	1,6	>7	1,4	7	5,3	6,0	-	-
Designação dos cromossomas	m	sm	t	m	t	st	st	st-t	-
<u>Coturnix coturnix</u>									
Nº dos cromossomas	1	2	3	4	5(Z)	6	7	8	9-12 13-39 W
Comprimento relativo	13,9	10,7	7,2	6,8	6,8	4,1	2,9	2,6	2,4-2,1 2,1-0,8
Relação de braços	2,4	1,4	>7	5,0	1,1	>7	-	-	-
Designação dos cromossomas	sm	m	t	st	m	t	st-t	st-t	m-sm -
<u>Laterallus melanophaius</u>									
Nº dos cromossomas	1	2	3	4	5(Z)	6	7	8-39	W
Comprimento relativo	11,8	9,8	8,0	6,8	5,8	4,8	3,2	2,7-1,0	4,0
Relação de braços	1,4	1,5	>7	>7	1,3	1,2	-	-	1,5
Designação dos cromossomas	m	m	t	t	m	m	st-t	-	m
<u>Porzana albicollis</u>									
Nº dos cromossomas	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10-36
Comprimento relativo	14,4	10,5	8,2	7,7	5,8	5,4	4,2	3,5	2,9
Relação de braços	1,5	1,6	2,7	1,5	2,1	7,6	1,4	1,6	1,5
Designação dos cromossomas	m	m	sm	m	sm	t	m	m	m
<u>Cariama cristata</u>									
Nº dos cromossomas	1	2-55							
Comprimento relativo	5,5	3,8-0,8							
Relação de braços	4,7	-							
Designação dos cromossomas	st	st-t							

<u>Columba cayennensis</u>										
Nº dos cromossomas	1	2	3	4(Z)	5	6	7	8	9-38	W
Comprimento relativo	15,7	11,8	8,7	6,3	5,8	5,4	5,0	4,0	2,2-0,6	2,3
Relação de braços	1,5	1,5	4,9	1,3	1,3	1,4	1,8	2,1	-	-
Designação dos cromossomas	m	m	st	m	m	m	sm	sm	-	-
<u>Columbina talpacoti</u>										
Nº dos cromossomas	1	2	3	4(Z)	5	6	7	8-38		W
Comprimento relativo	14,5	10,9	8,0	6,5	5,7	5,3	5,3	2,5-0,7		3,1
Relação de braços	1,4	1,5	5,2	1,1	1,1	1,1	>7	-		3,6
Designação dos cromossomas	m	m	st	m	m	m	t	-		st
<u>Leptotila verreauxi</u>										
Nº dos cromossomas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-39
Comprimento relativo	14,0	10,5	7,9	5,6	5,3	5,5	4,9	3,2	2,5	2,4-0,8
Relação de braços	1,5	2,3	5,0	1,1	1,1	2,3	2,1	2,2	1,2	-
Designação dos cromossomas	m	sm	st	m	m	sm	sm	sm	m	-
<u>Streptopelia decipiens</u>										
Nº dos cromossomas	1	2	3	4	5	6	7	8	9-38	W
Comprimento relativo	13,8	10,7	7,9	5,7	5,2	4,9	5,3	4,8	2,5-0,8	3,3
Relação de braços	1,5	1,5	4,7	1,2	1,2	1,2	1,8	2,0	-	2,0
Designação dos cromossomas	m	m	st	m	m	m	sm	sm	-	sm
<u>Volatinia jacarina</u>										
Nº dos cromossomas	1	2	3	4(Z)	5	6	7	8	9	10-39
Comprimento relativo	11,8	9,1	7,8	6,1	5,5	5,2	4,7	3,6	3,3	2,5-0,8
Relação de braços	1,4	3,3	4,1	2,2	3,3	6,5	6,0	5,5	5,0	-
Designação dos cromossomas	m	st	st	sm	st	st	st	st	st	-

Tabela 33 - Comprimento total do lote diploide.

Espécies	Comprimento total (μ)	Espécies	Comprimento total (μ)
<u>Nothura maculosa</u>	77,5	<u>Laterallus melanophaius</u>	80,3
<u>Anas platyrhynchos</u>	80,5	<u>Porzana albicollis</u>	84,6
<u>Cairina moschata</u>	73,5	<u>Cariama cristata</u>	98,0
<u>Dendrocygna viduata</u>	71,7	<u>Columba cayennensis</u>	77,5
<u>Anas brasiliensis</u>	69,0	<u>Columbina talpacoti</u>	74,3
		<u>Leptotila verreauxi</u>	88,9
<u>Penelope superciliaris</u>	75,5	<u>Streptopelia decipiens</u>	67,7
<u>Coturnix coturnix</u>	79,5	<u>Volatina jacarina</u>	79,6

6. DISCUSSÃO

6.1. Número de cromossomas.

No presente trabalho, em tôdas as espécies analisadas, encontramos sempre uma certa variação nas contagens do número de cromossomas.

As considerações dos autores a respeito d'êste problema foram variáveis, conforme mencionámos no Histórico. A escola japonesa, em estudos abrangendo várias ordens de aves, considerou o número de cromossomas invariável e possível de ser determinado exatamente. A essas conclusões, se opuseram as críticas de Matthey (1949, 1951), para quem a determinação exata do número de microcromossomas seria praticamente impossível.

A opinião dos autores foi se definindo melhor com o aperfeiçoamento da técnica. Para Newcomer (1957, 1963), haveria em galinha 12 cromossomas no macho e 11 na fêmea; os demais elementos, que não seriam de natureza cromossômica, variariam de número. Outros (van Brink, 1959; Krishan, 1962), embora colocando êstes menores elementos na categoria de cromossomas, chegaram a discutir a possibilidade da variação ser inerente ao material ou ser devida a problemas técnicos de enumeração dos menores elementos.

Os citologistas mais recentes têm considerado que o número de cromossomas em aves é fixo, havendo apenas dificuldades na determinação exata do número de cromossomas menores, em grande parte das células. Conforme mencionámos no Histórico, a maneira como êsses autores interpretaram os dados obtidos nas contagens dos cromossomas foi um pouco variável. Por exemplo, Owen (1965), admitiu que podia determinar consistentemente 78 cromossomas em galinha; êste número representaria o mínimo possível de ser determinado pela microscopia óptica, restando a possibilidade de haver cromossomas tão pequenos que escapariam à observação. Talluri e Vegni (1965), e Renzoni e Vegni-Talluri (1966), admitiram a determinação do número exato de cromossomas em várias espécies de aves. Hammar (1966), mencionou o número aproximado para várias espécies analisadas. Takagi e Makino (1966), consideraram que o número mais consistente que determinaram para três espécies, representaria o mínimo possível de ser observado pela microscopia óptica.

De acôrdo com as nossas observações, parece-nos que a variação encontrada nas contagens se deve à dificuldade de se determinar exatamente o número de cromossomas em grande parte das células. Em princípio, selecionávamos metáfases em que não faltassem os cromossomas maiores, identificáveis. No entanto, houve sempre a possibilidade de termos selecionado para nossas contagens, metáfases em que tenham ocorrido perdas de cromossomas menores du

rante a preparação. Por outro lado, êssas cromossomas menores, muitos dos quais com dimensões abaixo de $0,5 \mu$, poderiam ter escapado à observação, quando em estado de contração mais acentuada na mitose, principalmente quando a coloração não fôsse muito intensa. Sobreposições dos cromossomas maiores sôbre os menores, poderiam também fazê-los escapar à observação. Tôdas essas circunstâncias seriam fatores que causariam a diminuição do número aparente nas contagens. Por outro lado, a fissuração longitudinal em duas cromátides nos cromossomas de pequeno tamanho, ocasionou muitas vêzes, dificuldades na sua individualização, principalmente quando estavam mais aglomerados. A dificuldade surgida por vêzes, na consideração de dois pontos próximos como um ou dois cromossomas, poderia ter levado a um aumento do número aparente nas contagens. Levando-se em consideração a opinião dos autores recentes e os nossos dados, concluímos que o número de cromossomas em aves é fixo, havendo apenas dificuldades na sua determinação exata. O argumento mais forte a favor desta conclusão nos parece ser os resultados obtidos nas contagens em que pudemos analisar um número grande de células. Observámos nestes casos, uma maior freqüência de células em que contámos nitidamente, cêrca de 76, 78 ou 80 cromossomas. Estes números são os encontrados também na maioria das espécies de aves analisadas até o presente, por diversos autores.

Nas espécies analisadas pudemos chegar à conclusão sôbre o número mais consistente que pudemos determinar, levando-se em consideração, principalmente as metáfases em que os cromossomas podiam ser muito bem individualizados. Considerámos êste número como um mínimo, da mesma maneira como têm considerado outros autores (Owen, 1965; Takagi e Makino, 1966). O número aproximado, mencionado para cada espécie, pareceu-nos corresponder ao número exato, como em Coturnix coturnix ($2n = 78$), Streptopelia decipiens ($2n = 76$), Columbina talpacoti ($2n = 76$), por corresponderem a células nitidamente mais freqüentes e de ótimo aspecto. Mas de uma maneira geral, e mesmo nestes casos, pareceu-nos mais conveniente considerar o número que mencionámos, como o mínimo determinado pela microscopia óptica. Isto, porque haveria sempre a possibilidade de cromossomas de tamanho diminuto terem escapado à observação em grande parte das células.

Nas espécies analisadas, o número de cromossomas determinado, se encontra, em linhas gerais, dentro dos limites encontrados na literatura, para as seguintes ordens:

Anseriformes:	78-84 cromossomas;
Galliformes:	78-82 cromossomas;
Columbiformes:	78-80 cromossomas;

Passeriformes: 72-84 cromossomas.

Dentro destas ordens, o número é caracteristicamente alto, varia dentro de pequenos limites, e há maior frequência dos números 78 e 80.

Em Passeriformes, o número diploide varia de espécie para espécie, dentro de um limite maior, dentro do qual se pode colocar Volatinia jacarina ($2n = \geq 78$).

Em Galliformes, o número mencionado na literatura, para espécies da família Phasianidae, tem sido sempre igual ou superior a 78. Em Penelope superciliaris, da família Cracidae, sobre a qual não há dados na literatura, o número encontrado seria aproximadamente 76 cromossomas, isto é, próximo aos valores encontrados em Phasianidae.

Sobre Tinamiformes, cuja distribuição se restringe à **América do Sul**, também não há referências na literatura.

A respeito de Gruiformes, há somente um estudo sobre Fulica atra ($2n = 86$, Yamashina, apud van Brink, 1959), da família Rallidae, à qual pertencem Laterallus melanophaius e Porzana albicollis, cujos complementos cromossômicos são constituídos de aproximadamente 78 e 72 cromossomas. Em Cariama cristata, da família Cariamidae, o número diploide constituído por aproximadamente 110 cromossomas, é bastante superior ao que se tem observado até o presente, em aves.

6.2. Cromossomas sexuais.

Nas aves, desde o início do século (Spillman, apud van Brink, 1959), evidências genéticas demonstraram a existência de digametia feminina; os citologistas japoneses, a partir das observações de Suzuki (apud Matthey, 1959), mostraram em várias espécies esta digametia feminina, ao nível citológico, considerando-a sempre do tipo ZO. Estas observações foram criticadas por Matthey (1949, 1951), que levantou dúvidas sobre a identificação dos cromossomas sexuais feita por aqueles autores. No entanto, nos últimos 10 anos, os citologistas têm confirmado em linhas gerais, as observações dos autores japoneses, no tocante à identificação do cromossoma Z. Inicialmente, não puderam decidir se a digametia seria do tipo ZO ou ZW (van Brink, 1959; Ohno, 1961; Krishan, 1963). Mas, recentemente, a presença de um cromossoma W tem sido evidenciada em diferentes espécies de aves (Schimid, 1962; Ohno et al., 1964; Owen, 1965, e outros).

Nossos dados mostraram o mecanismo de determinação do sexo do tipo ZZ-ZW em Galliformes, Gruiformes, Columbiformes e Passeriformes.

Em Anseriformes não pudemos identificar com certeza o cromosso

ma W nas espécies analisadas. Segundo observações recentes de Hammar (1966), o cromossoma W é bem distinto em certas espécies de Anseriformes; por ser do tipo metacêntrico ou submetacêntrico, distinguível entre os demais, com centrômero subterminal ou terminal, a partir do grupo 7-8. Takagi e Makino (1966), pretenderam identificar o cromossoma W em Anas platyrhyncha domestica, entre os cromossomas de tamanho um pouco menor que os do grupo 7-8. Por outro lado, afirmaram também, que não podiam ter muita certeza sobre esta identificação. Em conclusão, supomos que nas espécies analisadas por nós, o cromossoma W seria de difícil distinção entre outros, de tamanho e morfologia mais ou menos semelhante.

Uma série de aspectos do ponto de vista morfológico, caracterizam o par heteromórfico ZW em aves.

O cromossoma Z, nas espécies em que pudemos identificá-lo, apresentou dimensões de comprimento bastante semelhante entre 2,7 μ a 2,0 μ , equivalentes a 6,8-5,5% do lote haploide. Estes dados relativos a espécies, em sua maioria sul-americanas, estão de acordo, em linhas gerais, com as observações de Ohno et al. (1964). Estes autores, em investigações feitas em 6 espécies e um híbrido interfamiliar, de diferentes ordens e origens geográficas, concluíram que a área do cromossoma Z é semelhante em aves. Ainda que nossas medidas sejam apenas de comprimento, achamos que elas também sugerem, que a quantidade de material no cromossoma Z, é bastante semelhante em diversos grupos taxonômicos em aves.

Por outro lado, a comparação do aspecto morfológico dêsse cromossoma, mostra que há certas variações entre as ordens analisadas. No grupo dos Anseriformes, o Z tem centrômero subterminal ou terminal. Em Galliformes, Gruiformes e Columbiformes é metacêntrico, com aspecto bastante simétrico. Em Passeriformes, na única espécie analisada, é submetacêntrico. Conforme mostra a Tabela 1, em outras espécies pertencentes a estas ordens, o aspecto morfológico do cromossoma Z, é também uniforme dentro de cada ordem. Apenas em Passeriformes, a morfologia do Z é mais variável, indo do tipo metacêntrico a subtelo-cêntrico.

Esses aspectos nos permitem levantar a hipótese de que, durante a diversificação dos grupos taxonômicos superiores, teriam ocorrido inversões pericêntricas no cromossoma Z, que modificariam seu aspecto morfológico, sem lhe alterar sensivelmente o tamanho. Por outro lado, na especiação dentro dos limites de famílias, e mesmo dentro das ordens, em alguns casos, o cromossoma sexual Z ter-se-ia mantido inalterado morfológicamente. O fato dêle ser metacêntrico em Galliformes e Gruiformes, que são grupos próximos na escala zoológica, sugere que êste cromossoma teria passado através de cer

tas ordens, sem modificações morfológicas aparentes.

Com relação ao cromossoma W, em tôdas as espécies em que pudemos reconhecê-lo, seu tamanho era sempre menor que o do Z. Este aspecto seria mais uma característica uniforme no cariótipo de aves, considerando-se que analisámos espécies pertencentes a grupos diversos. Parece-nos que, aqui, o mecanismo cromossômico de determinação do sexo chegou, de uma maneira geral, a um estado mais evoluido que em Pisces, Amphibia e Reptilia. Nestes grupos, encontram-se ainda, várias etapas na diferenciação dos cromossomas sexuais, a partir de um par de homólogos originais (Ohno et al., 1964). Em ofídios (Reptilia), grupo bastante relacionado com aves, Beçak et al. (1964), mostraram graus diversos de diferenciação dos cromossomas sexuais. Na família Boidae, mais primitiva, êles ainda são homomórficos, enquanto que em Crotalidae, o W já é menor que o Z, e teria, portanto, chegado a um grau de maior especialização.

Por outro lado, nossos dados e os da literatura mostram que, em espécies relacionadas (pertencentes à mesma família), o cromossoma W apresenta certas diferenças morfológicas. Dois casos ilustrativos são: 1- a família Phasianidae, em que o cromossoma W em Gallus gallus é um pequeno metacêntrico, em Phasianus colchicus é um submetacêntrico de tamanho maior (Krishan e Shoffner, 1966), e em Coturnix coturnix é subtlocêntrico, segundo nossas observações e de Talluri e Vegni, (1965); 2- em Columbidae, o W é subtlocêntrico em Columbina talpacoti, submetacêntrico em Streptopelia de-cipiens e submetacêntrico em Columba palumbus (Hammar, 1966). Embora algumas sejam pequenas diferenças de posição de centrômero, ou mesmo de tamanho, podemos dizer que o W não apresenta a mesma uniformidade que o Z em espécies relacionadas, o que mostra que êle deve ter passado por maiores modificações na evolução cariôtípica em aves.

6.3. Morfologia dos cromossomas e evolução do cariótipo.

Nesta parte, faremos considerações sôbre os aspectos morfológicos dos cariótipos das aves analisadas, inicialmente considerando certas características gerais, e a seguir, particularidades nos grupos estudados.

6.3.1. Aspectos gerais do cariótipo.

Com exceção da seriema, as espécies analisadas por nós se caracterizaram por uma certa uniformidade no número de cromossomas, bem como em certos aspectos comuns no cariótipo.

Os autores japoneses do 1º período, dividiam o cariótipo em grupos de macrocromossomas e microcromossomas. Esta divisão é bastante arbi

trária na maioria dos casos, pois em aves, a passagem de cromossomas maiores para menores é muitas vezes gradual. Modernamente, apenas alguns autores fizeram esta divisão (van Brink, 1959; Ohno et al., 1964; Renzoni e Vegni-Talluri, 1966). Os termos macrocromossomas e microcromossomas - poderiam, inclusive, implicar erroneamente, na idéia de que os microcromossomas seriam menos importantes geneticamente. Esta teoria, elaborada por Newcomer e colaboradores (1954, 1959), conforme já mencionámos no Histórico, foi amplamente discutida e combatida pelos autores mais recentes, que mostraram que os menores elementos não divergem dos maiores em estrutura e comportamento. Em nossas observações, também pudemos evidenciar a presença de duas cromátides, e muitas vezes, a localização do centrômero nos menores elementos. Também não observámos diferenças aparentes na coloração, que pudessem sugerir que se-riam heterocromáticos.

Em linhas gerais, as espécies analisadas por nós, apresentaram 7 a 9 pares de cromossomas de tamanho maior, e que podiam ser identificados, e aproximadamente 30 pares de cromossomas de tamanho diminuto, gradualmente decrescentes em tamanho. Em algumas espécies, a passagem de cromossomas maiores para menores é mais abrupta, como por exemplo, em Streptopelia decipiens, Columbina talpacoti, Columba cayennensis (Columbidae); em outras, como as da família Anatidae, a passagem é menos abrupta.

O cariótipo da seriema, constituído por cerca de 55 pares de cromossomas subtelo-cêntricos ou acrocêntricos, que decrescem gradualmente a partir do cromossoma 1, é um aspecto bastante incomum em aves. Inclusive, se observarmos as proporções relativas dos cromossomas na Tabela 32, são evidentés as diferenças entre esta espécie e tôdas as demais. Cariótipos diferentes dos encontrados tipicamente em aves, foram descritos para algumas espécies de Strigiformes e Falconiformes (Renzoni e Vegni-Talluri, 1965), onde os cromossomas também formam uma série decrescente, e são, em geral, de pequeno tamanho, como em seriema.

Foi demonstrado recentemente, que a área cromossômica total (Ohno et al., 1964), e conseqüentemente, o conteúdo de DNA (Atkin et al., 1965), em células de aves são uniformes em várias espécies, características estas, que os autores em suas conclusões gerais, generalizaram para as aves da sub-classe Carinatae. Com relação a êste aspecto, devemos mencionar que nossos dados sôbre comprimento total do lote diploide, mostram valôres entre 67,7 u e 88,9 u (Tabela 33). Levando-se em conta que as variações podem ser devidas em grande parte, a diferenças no grau de contração mitótica dos cromossomas, podemos dizer que êstes dados sugerem também, uma certa uniformidade nas espécies estudadas. Ainda que êles dêem uma informação grosseira sô-

bre a quantidade de material cromossômico, parece-nos que mostram, pelo menos, que nestes grupos a evolução do cariótipo se processou sem grande perda ou ganho de material.

Já a seriema, com o complemento diploide medindo aproximadamente 98 μ , parece conter um pouco mais de material cromossômico, uma vez que o aspecto do seu cariótipo, com um número muito elevado de cromossomas sugere o mesmo. Este, seria um ponto para investigações futuras mais detalhadas - a comparação do conteúdo de DNA em seriema, com as demais espécies estudadas.

6.3.2. Morfologia dos cromossomas nas ordens estudadas.

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

Em Anseriformes, as 4 espécies da família Anatidae, analisadas se caracterizam por uma predominância de cromossomas com centrômero terminal. A similaridade entre os cariótipos deste grupo, pode ser melhor constatada pela observação dos dados da Tabela 32, que ilustram as características morfológicas dos cromossomas. Comparando-se os cromossomas em Anas platyrhynchos que é originária do Velho Mundo, com as 3 espécies americanas analisadas, pudemos observar que em linhas gerais, estas se assemelham mais entre si, e diferem da primeira em certas particularidades: em Anas platyrhynchos o cromossoma 1 tem centrômero um pouco mais mediano, o 4 um braço curto evidente, e não se pode distinguir individualmente os cromossomas 5 e 6 (Figuras 3 a 16).

Em estudos comparativos de outras espécies de Anseriformes (Yamashina, 1942; Hammar, 1966), foi evidenciada também grande semelhança nos complexos cromossômicos, em linhas gerais, similares aos das espécies do presente trabalho.

Estudos de híbridos entre espécies desse grupo, possibilitaram melhor certas comparações. Yamashina (1942), comparando os cariótipos de Cairina moschata, Anas platyrhyncha e seu híbrido, evidenciou pelo estudo de cromossomas mitóticos, apenas diferenças no comprimento do braço curto do cromossoma 1 e no comprimento total do 6, nas duas espécies parentais. O híbrido é estéril em virtude do pareamento anormal dos cromossomas na meiose, que não vai além da metáfase I. Essa anormalidade se daria em virtude de pequenas diferenças nos braços dos cromossomas das duas espécies. Hammar (1966), cita investigações de Slizynski sobre híbridos, entre Anas penelope (L., 1758) e Anas clypeata (= Spatula clypeata (L., 1758)). Aqui, as espé-

cies parentais não apresentam diferenças aparentes no complemento cromossômico, mas o pareamento dos cromossomas na meiose, também é anormal. A diferenciação destas espécies, segundo o autor, teria sido feita principalmente através de mutações gênicas.

Em vista dessas várias observações, parece-nos que podemos supor que em Anseriformes tenham predominado as mutações gênicas na diferenciação das várias espécies.

Em Tinamiformes, a única espécie analisada - Nothura maculosa - apresenta uma predominância de subtelocêntricos entre os maiores elementos.

Em Galliformes, nas duas espécies de famílias e origem geográficas diferentes, analisadas, o cariótipo apresenta, em linhas gerais, certas similaridades. A semelhança mais notável é a presença de um cromossoma metacêntrico de tamanho relativo bastante parecido, correspondente ao 4º e 5º lugares em ordem de tamanho, respectivamente em Penelope superciliaris e Coturnix coturnix (Figs. 17 a 22). Por outro lado, são bastante evidentes também, diferenças de tamanho relativo e posição do centrômero, entre os cromossomas das duas espécies (Tabela 32).

Nessa ordem, alguns estudos comparativos mostraram vários graus de similaridade no cariótipo, onde aparece um número variável de metacêntricos entre os maiores elementos, e mesmo entre os menores, conforme a espécie.

Sokolow et al. (1936), comparando 7 espécies de Galliformes, pretenderam demonstrar a homologia dos cromossomas, considerando como homólogos, aqueles que tinham aspectos morfológicos semelhantes. Concluíram que há cromossomas similares em várias espécies, e que teriam permanecido inalterados na diversificação de gêneros e espécies. Levantaram a hipótese de que na evolução das diversas formas em Galliformes, devem ter predominado as mutações gênicas sobre os rearranjos cromossômicos. Este estudo, apesar de nele não ter sido feita a determinação do número de cromossomas, é interessante por mostrar diversos aspectos da constituição cromossômica em Galliformes - espécies com maior e menor número de metacêntricos entre os elementos maiores.

Ainda em Galliformes, alguns estudos citológicos em híbridos, mostraram aspectos interessantes dos possíveis mecanismos de evolução do cariótipo. Yamashina (apud Matthey, 1949), em híbridos de faisão (Phasianus colchicus), com galinha (Gallus gallus), da família Phasianidae, constatou que a meiose é anormal desde o leptóteno, e que a esterilidade é do tipo cromossômico. No cariótipo dessas duas espécies, são evidentes certas diferenças entre os cromossomas (Yamashina, apud Matthey, 1949; Stenius et al.,

1963; Krishan et al., 1966). Yamashina tentou explicar a origem do cariótipo de Gallus gallus por um mecanismo robertsoniano: nesta espécie, dois cromossomas (2° e 4° pares), que apresentam dois braços evidentes, teriam se originado pela fusão cêntrica de elementos acrocêntricos em Phasianus colchicus, cujos comprimentos correspondem aos dos braços dos citados cromossomas de Gallus gallus.

Em híbridos de faisões, em que os cariótipos são idênticos, Yamashina (apud Matthey, 1949), mostrou que cruzamentos entre Syrmaticus soemmerringii (Temminck, 1830) e Chrysolophus pictus (L., 1758), produziam híbridos masculinos parcialmente férteis, enquanto que Chrysolophus pictus X Chrysolophus amherstiae (Leadbeater, 1829), eram completamente férteis, o que revela grande homologia entre os genomas destas espécies.

Um caso interessante de identidade de cariótipos em Galliformes, é o de Phasianus colchicus e Meleagris gallopavo, este último da família Meleagrididae. O primeiro é originário do Velho Mundo, e o segundo é americano. Em um híbrido interfamiliar obtido (Ohno et al., 1964), os autores não puderam distinguir os cromossomas parentais em metáfases mitóticas. A diferenciação destas duas espécies, teria ocorrido apenas por mutações gênicas (Matthey, 1949), e possivelmente, o complemento cromossômico de um ancestral comum tenha permanecido inalterado (Stenius et al., 1963).

Nossas investigações mostraram diferenças evidentes entre uma espécie da família Phasianidae e outra da família Cracidae, sugerindo modificações estruturais na diversificação destes grupos.

Em Gruiformes, as duas espécies da família Rallidae investigadas por nós, se caracterizam por uma grande incidência de metacêntricos entre os cromossomas maiores. Por outro lado, há diferenças evidentes entre seus cariótipos (Figs. 23 a 26). Em Porzana albicollis, o número diploide é um pouco menor ($2n = \geq 72$), enquanto que há maior incidência de cromossomas metacêntricos e submetacêntricos, inclusive entre os menores elementos. Em Laterallus melanophaius, o número é um pouco maior ($2n = \leq 78$), e há relativamente maior frequência de acrocêntricos, inclusive entre os cromossomas menores.

Sabemos que em diversos grupos animais, entre espécies da mesma família, quando o número de cromossomas é variável, pode-se, às vezes, correlacionar números mais altos com maior ocorrência de acrocêntricos, e número mais baixo com maior ocorrência de metacêntricos. Isto pode sugerir a ocorrência de fusões cêntricas de cromossomas acrocêntricos, na diferenciação dos diversos cariótipos (White, 1954). Os aspectos das duas espécies na

família Rallidae sugerem que, neste grupo, talvez tenham ocorrido tais mecanismos.

Segundo citação de van Brink (1959), a única referência sobre Gruiformes foi feita em Fulica atra L. (Família Rallidae), cujo complemento cromossômico se caracteriza também por um certo número de metacêntricos entre os elementos maiores.

Na família Cariamidae, o aspecto do complemento cromossômico de seriema (Figuras 27 e 28) merece algumas considerações sobre sua possível significação. Essa espécie é considerada o sobrevivente mais próximo dos Phororhacos que eram aves gigantescas do Mioceno na Patagônia, em relação aos quais é considerada mais primitiva (Miranda-Ribeiro, 1938). Dentro de Gruiformes, a seriema está colocada juntamente com o grupo dos Phororhacos, na sub-ordem Cariamae, representando nesta, a única espécie viva. Sua classificação entre os Gruiformes se fez, em virtude de apresentar afinidades com essa ordem, especialmente com membros vivos da família Psophiidae, Gruidae e Otididae, orientação esta que perdura modernamente (Wetmore, 1960).

Uma interpretação que se pode fazer em relação ao cariótipo de Cariama cristata, é de que ele seria de caráter bastante primitivo. Isto, baseando-se em dois pontos: 1- no fato da ave ser primitiva; 2- em comparações com outros grupos animais. Por exemplo, dentro de certas famílias, como Acrididae (Orthoptera), ou mesmo de um gênero (Drosophila), cariótipos apresentando um maior número de cromossomas, todos acrocêntricos, correspondem a uma configuração primitiva de onde teriam se originado outros, por uma série de mecanismos - fusões cêntricas, inversões pericêntricas, modificações da quantidade de heterocromatina, translocações (White, 1954). Talvez a seriema seja representante de um ramo muito primitivo, de onde se tenham originado cariótipos semelhantes aos de aves atuais, com número diploide menor, proporções e morfologia dos cromossomas bastante diferentes. Aliás, é o que sugerem as proporções relativas de seus cromossomas, quando comparadas com os de outras espécies de Gruiformes e das outras ordens (Tabela 32).

Em Columbiformes, o aspecto geral do complexo cromossômico em 4 espécies pertencentes a gêneros diferentes, nos permite dizer que, esse grupo se caracteriza por uma predominância de elementos metacêntricos e submetacêntricos, entre os maiores elementos (Figuras 29 a 40). Por outro lado, conforme mostra a Tabela 32, pudemos observar diferenças evidentes entre as espécies, notadamente na posição do centrômero. Estes aspectos sugerem que na diferenciação destes gêneros devem ter ocorrido rearranjos cromossômicos, que teriam provocado alterações, pequenas por vezes, nas proporções relati-

vas de tamanho e posição do centrômero.

Hammar (1966), comparando Columba palumbus com dados sobre Columba livia, mencionou que essas espécies do hemisfério norte são muito semelhantes, com diferenças apenas no cromossoma W. Por outro lado, comparando nossos dados sobre Columba cayennensis, com a figura de Hammar sobre Columba palumbus, são evidentes certas diferenças morfológicas nos cromossomas destas duas espécies de regiões geográficas diferentes; na espécie européia os cromossomas 5 e 6 são submetacêntricos; 7 e 8 são relativamente menores e subtlocêntricos.

Em Passeriformes, na única espécie analisada (Volatinia jacarina), o complemento cromossômico apresentou uma predominância de elementos subtlocêntricos. Nessa ordem numerosa, as investigações citológicas são muito restritas (Vide Tabela 1). É interessante notar, que em algumas famílias, é também característica a presença de um certo número de elementos subtlocêntricos, como por exemplo em Muscicapidae (Udagawa, 1952, 1957; Ray-Chauduri e Sharma, 1966).

6.3.3. Considerações gerais.

Pelo estudo de 6 ordens diferentes de aves, pudemos evidenciar que o número de cromossomas é bastante alto, de cerca de 76 a 80 nas espécies analisadas.

Renzoni e Vegni-Talluri (1966), construíram um histograma, no qual colocaram as freqüências do número de cromossomas em diversos ordens de aves; evidenciaram uma distribuição altamente assimétrica, com grande incidência de 78-80 cromossomas em diversos ordens, entre as quais Anseriformes, Galliformes, Columbiformes e Passeriformes. A amplitude de variação do número diploide para as várias espécies mencionadas pelos autores, é de 50 a 92, à qual acrescentamos o número 110 encontrado para seriema. Números abaixo de 78-80 foram encontrados até o presente em poucas ordens: Psittaciformes, Lariformes, Falconiformes (Vide Tabela 1), e acima, em poucos casos, os mais notáveis dos quais são Tyto alba (Tabela 1) e Cariama cristata.

A grande freqüência de número diploide alto em aves, é um forte argumento sobre a importância genética dos cromossomas de tamanho diminuto. Se êles fossem supernumerários, poderiam se perder ou se fundir ao acaso, provocando grande variabilidade do número diploide entre as espécies. Slizynski (apud Hammar, 1966), fez a hipótese de que talvez êsses cromossomas representem grupos de "linkage", onde praticamente não haveria recombinação em virtude da precariedade ou ausência de quiasmas na meiose.

Em certos grupos de répteis, como em ofídios (White, 1954; Beçak et al., 1964), o número é também pouco variável entre as espécies. Já em mamíferos, a situação é diferente. Há uma grande variabilidade do número de cromossomas das espécies, cujas frequências têm uma distribuição normal. Inclusive entre espécies relacionadas, encontra-se grande variação do número de cromossomas e do aspecto morfológico do cariótipo. Por exemplo, na família Canidae, o número diploide varia de 38 a 78, e o aspecto dos cariótipos das diversas espécies é bastante variável. Isto sugere a ocorrência de fusões cêntricas e outros tipos de rearranjos estruturais na sua diferenciação (Gustavsson e Sundt, 1965).

Nas aves, como vimos no ítem anterior, são características certas similaridades no complexo cromossômico das espécies dentro das ordens, havendo por outro lado, diferenças nítidas entre elas, no tocante à morfologia dos cromossomas, cuja identificação foi possível. Esses fatos implicam em algumas hipóteses. A evolução do cariótipo teria ocorrido em certos grupos, quase sem modificações morfológicas, pelo menos aparentes na mitose. Nestes grupos, como é o caso de Anseriformes e algumas espécies de Galliformes, teriam predominado as mutações gênicas durante a especiação. Em outros grupos taxonômicos (Galliformes, Gruiformes, Columbiformes), talvez tenham ocorrido com mais frequência rearranjos estruturais, que teriam causado diferenças aparentes nos cromossomas de metáfases somáticas. Hammar (1966), aventou a hipótese de que a especiação, em alguns casos, teria se processado pela diferenciação de padrões de heterocromatina, de espécie para espécie. Em relação a este ponto, faremos inicialmente, algumas considerações sobre certos aspectos relativos à cromatina sexual e, baseados nos quais, Hammar fez suas hipóteses.

Ohno (1964), havia demonstrado que a cromatina sexual encontrada no núcleo da fêmea em mamíferos, corresponde a um dos cromossomas X em estado condensado. De acordo com a teoria de Lyon (1961, 1966), o cromossoma X heteropicnótico, seria geneticamente inativo. Este seria pois, o mecanismo de compensação de dose em mamíferos, em virtude da presença de gens em dose dupla na fêmea e simples no macho.

Em aves, as investigações sobre cromatina sexual, foram muito restritas. Na galinha, que foi a espécie mais investigada, as observações de alguns autores foram variáveis. Kosin e Ishizaki (1959), Ishizaki e Kosin (1960), Azarova (apud Moore, 1966), mencionaram a ocorrência de dimorfismo sexual em células de vários tecidos. Ohno (1961), também identificou a cromatina sexual em núcleos femininos, e considerou-a correspondente ao único

cromossoma Z condensado. Outros autores, não confirmaram no entanto, essas observações (Ashley e Theiss, Miles e Storey, apud Moore, 1966).

De uma maneira geral, em outras espécies de aves, vários autores não observaram cromatina sexual, conforme menciona Moore (1966), numa revisão sobre o assunto. Hammar (1966), também mencionou a ausência de cromatina sexual em aves. Em resumo, até o presente, os autores não demonstraram a existência de dimorfismo sexual em aves.

Por outro lado, a grande quantidade de heterocromatina no núcleo interfásico de ambos os sexos em aves, levou Hammar (1966), a levantar uma hipótese para explicar a extrema semelhança do cariótipo de certas espécies da mesma família; o sistema de especiação se basearia na inativação de diferentes partes dos cromossomas de espécie para espécie.

Em conclusão, diríamos que o estudo de metáfases somáticas mostra certos aspectos fundamentais da constituição cromossômica de um grupo relativamente pouco conhecido como é o das aves. Sugere, em linhas gerais, os possíveis mecanismos de evolução cariotípica ocorridos. Conclusões definitivas e provas mais objetivas sobre o sistema de especiação só poderão ser tiradas com estudos mais intensivos dentro de diversos grupos, observações dos cromossomas na meiose e distribuição da heterocromatina nos cromossomas, e em estudos de híbridos.

7. RESUMO E CONCLUSÕES

Analisámos o complemento cromossômico de 15 espécies de aves, pertencentes às ordens: Tinamiformes (Nothura maculosa), Anseriformes (Anas platyrhynchos, Cairina moschata, Dendrocygna viduata, Anas brasiliensis), Galliformes (Penelope superciliaris, Coturnix coturnix), Gruiformes (Lateralus melanophaius, Porzana albicollis, Cariama cristata), Columbiformes (Columba cayennensis, Columbina talpacoti, Leptotila verreauxi, Streptopelia de-cipiens), Passeriformes (Volatinia jacarina).

Os nossos objetivos foram: 1- caracterizar os principais aspectos da constituição cromossômica das aves estudadas, numa análise de metáfases mitóticas: número diploide, tipo de digametia, morfologia dos cromossomas; 2- pela comparação dos dados obtidos, acrescentar à literatura, algumas informações sobre a evolução do cariótipo em aves.

Para êsse estudo utilizámos métodos de cultura de tecidos, com o emprêgo de pré-tratamento do material com colchicina e solução hipotônica.

Os principais dados e conclusões a que chegámos foram:

Em tôdas as espécies, o número de cromossomas é bastante alto, cêrca de 76, 78 e 80. Estes números foram também encontrados mais freqüente-mente em outras espécies pertencentes aos grupos taxonômicos analisados por nós. O número é um pouco menor apenas em Porzana albicollis, onde determiná- mos consistentemente 72 cromossomas. Em Cariama cristata, o número diploide é de pelo menos 110 cromossomas, que representa o maior número encontrado até o presente, em aves.

Devido ao número elevado de cromossomas, a maioria dos quais de tamanho diminuto, tivemos certas dificuldades na sua enumeração exata. Considerámos o número diploide determinado mais consistentemente, baseando- -se na nitidez das metáfases e sua freqüência nas contagens, como um mínimo. Isto porque haveria sempre a possibilidade de haver cromossomas de tamanho diminuto que tivessem escapado à observação na maioria das metáfases.

Em Galliformes, Gruiformes, Columbiformes e Passeriformes, nas espécies em que pudemos analisar a fêmea, constatámos que a digametia é do tipo ZW. Em Anseriformes, não pudemos identificar o cromossoma W; presumi- mos que êle seja morfologicamente semelhante a outros pares de autossomas de tamanho menor, o que tornaria difícil seu reconhecimento.

O comprimento relativo do cromossoma Z é bastante semelhante, nas várias espécies (de 6,8% a 5,5%); êste aspecto sugere que nas espécies analisadas, o cromossoma Z contém a mesma quantidade de material, conforme mencionaram Ohno et al. (1964), para outras espécies.

Outro aspecto relativo ao cromossoma Z é a sua semelhança morfológica em espécies da mesma ordem. Isto nos levou a levantar a hipótese de que a especiação tenha se processado sem causar grandes alterações morfológicas no cromossoma Z. Entre certas ordens, encontramos diferenças na posição do centrômero. Isto sugere que na diversificação de certos grupos, tenham se processado inversões pericêntricas no cromossoma Z, sem no entanto alterar sensivelmente seu tamanho.

O cromossoma W é mais variável morfológicamente, entre espécies da mesma ordem ou família, o que significa que deve ter sofrido maiores modificações durante a especiação.

As espécies estudadas se caracterizam por apresentar 7 a 9 pares de cromossomas de tamanho maior e, aproximadamente 30 pares de tamanho diminuto que decrescem gradualmente. O cariótipo de Cariama cristata constitui uma exceção; caracteriza-se pela presença de aproximadamente 55 pares de cromossomas, que decrescem gradualmente de tamanho.

Alguns autores demonstraram que a área cromossômica total (Ohno et al., 1964), e conseqüentemente o conteúdo de DNA (Atkin et al., 1965) são uniformes em várias espécies de aves. Nossas observações mostraram que o comprimento total do lote diploide é de 67,7 μ a 88,9 μ . Isto pode sugerir que a quantidade de material cromossômico é também bastante uniforme nas espécies analisadas por nós. Apenas em Cariama cristata, o comprimento do lote diploide, correspondente a 98 μ sugere que nesta espécie a quantidade de material cromossômico é um pouco maior.

Observamos certas particularidades no aspecto morfológico do cariótipo, nos grupos taxonômicos em que analisamos mais de uma espécie.

Em algumas ordens, o cariótipo das várias espécies é bastante semelhante; em outras, embora guardando certos aspectos em comum, há diferenças morfológicas mais aparentes de espécie para espécie. Estes aspectos levam à hipótese de que em algumas ordens, como Anseriformes e Galliformes, tenham predominado as mutações gênicas durante a especiação. Em outros grupos (Gruiformes, Columbiformes), possivelmente ocorreram com mais freqüência, rearranjos estruturais, que teriam causado diferenças mais aparentes no cariótipo das várias espécies. Outra hipótese que se poderia levantar para explicar a existência de cariótipos extremamente semelhantes dentro de uma ordem, é de que haveria diferentes padrões de heterocromatina nestas espécies.

8. SUMMARY

The karyotype of 15 species of birds were investigated: Nothura maculosa (Tinamiformes), Anas platyrhynchos, Cairina moschata, Dendrocygna viduata, Anas brasiliensis (Anseriformes), Penelope superciliaris, Coturnix coturnix (alliformes), Laterallus melanophaius, Porzana albicollis, Cariama cristata (Gruiformes), Columba cayennensis, Columbina talpacoti, Leptotila verreauxi, Streptopelia decipiens (Columbiformes), Volatinia jacarina (Passeriformes).

The purposes of the present investigation were: 1- to determine the main characteristics of the chromosomic constitution, by mitotic analysis: diploid number, digamety type and chromosome morphology; 2- to obtain information concerning the evolution of bird karyotype.

Chromosome preparations were made from tissue cultures, using hypotonic and colchicine pretreatment.

It was observed that the diploid chromosome number (about 76, 78, 80) of the species was in general agreement with the numbers of others species of the analysed orders, as reported in the literature, except for Porzana albicollis (72 chromosomes) and Cariama cristata (110 chromosomes).

The ZW sex chromosome constitution for the heterogametic female sex was found in Galliformes, Gruiformes, Columbiformes and Passeriformes. In Anseriformes the W chromosome was not identified, presumably because of its morfological similarity with the smaller autosome pairs.

The relative length of the Z chromosome of various species was nearly the same, varying from 5.5% to 6.8%. From this, it may be inferred that they contain the same amount of material which is in agreement with Ohno et al. (1964) for others species.

Morphological similarity of the Z chromosome in species of the same order, suggests that the speciation has ocurred without involving structural rearrangements in the Z chromosome. Different positions of the centromere was found in species of different orders, which probably means that the diversification among groups has involved pericentric inversions in that chromosome.

The morfological variability of the W chromosome among parental species implicates larger structural modifications in this chromosome, during evolution.

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

size, except for Cariama cristata, with nearly 55 pairs decreasing in size.

The uniformity of the length of the total diploid set, which varies from 67.7 to 88.9 μ , suggests an agreement with literature reports, that the total chromosome area (Ohno et al., 1964) and the DNA content (Atkin et al., 1965) are rather uniform. Exception was found only for Cariama cristata (98 μ), where the total genetic content appeared slightly larger.

Large similarities in karyotype between near related species was observed in Anseriformes, Galliformes, Gruiformes and Columbiformes. The general aspects of the karyotype suggests that the development of specificity in Anseriformes and Galliformes has occurred preferentially through gene mutations, while in Gruiformes and Columbiformes the structural rearrangements were more frequent. Also it can be assumed that the very similar karyotypes within the same orders are due to the different heterochromatic pattern in near related species.

...

9. BIBLIOGRAFIA

- 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., BEÇAK, M.L. & NAZARETH, H.R.S. Close karyological kinship between the reptilian suborder Serpentes and the class Aves. Chromosoma 15:606-617. 1964.
- BRINK, J.M., van. L'expression morphologique de la digamétie chez les Sauropsidés et les Monotrèmes. Chromosoma 10:1-72. 1959.
- _____ & UBBELS, G.A. La question des hétérochromosomes chez les Sauropsidés: Oiseaux. Experientia 12:162-164. 1956.
- CHU, E.H.Y. & GILES, N.H. Human chromosome complements in normal somatic cells in culture. Am. J. human Genet. 11:63-79. 1959.
- EAGLE, H. The nutrition and metabolism of cultured 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. p. 3-16.
- FORD, E.H.R. & WOOLAM, D.H.M. Testicular chromosomes of Gallus domesticus. Chromosoma 15:568-578. 1964.
- GUSTAVSSON, I. & SUNDT, C.O. Chromosome complex of the family Canidae. Hereditas 54:249-254. 1965.
- HAMMAR, B. The karyotypes of nine birds. Hereditas 55:367-385. 1966.
- HANCE, R.T. The somatic chromosomes of the chick and their possible sex relations. Science 59:424-425. 1924.
- HSU, T.C. & POMERAT, C.M. Mammalian chromosomes in vitro. II. A method for spreading the chromosomes of cells in tissue cultures. J. Hered. 44:23-29. 1953.
- KOSIN, I.L. & ISHIZAKI, H. Incidence of sex chromatin in Gallus domesticus. Science 130:43-44. 1959.
- KRISHAN, A. Microchromosomes in the embryonic mitosis of the domestic fowl. Experientia 18:365-367. 1962.
- _____. The mitotic and meiotic chromosomes of the duck. J. Hered. 54: 91-95. 1963.
- _____ & 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.
- _____, HAIDEN, G.J. & SHOFFNER, R.N. Mitotic chromosomes and W-sex chromosome of great horned owl (Bubo v. virginianus). Chromosoma 17:258-263. 1965.

- ISHIZAKI, H. & KOSIN, I.L. Sex chromatin in early chick embryos. Exp. Cell Res. 21:197-200. 1960.
- LEVAN, A., FREDGA, K. & SANDBERG, A.A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas 52:201-220. 1964.
- LYON, M.F. Gene action in the X-chromosome of the mouse (Mus musculus L.). Nature 190:372-373. 1961.
- _____. Sex chromatin and gene action in the X-chromosome of mammals. In: MOORE, K.L., ed. - The sex chromatin. Philadelphia, Saunders, 1966. p. 370-386.
- MAKINO, S. An atlas of the chromosome numbers in animals. Ames, Iowa St. Coll., 1951. 290 p.
- _____. & BALDWIN, F.H. The chromosomes of the American blackbirds, Agelaius phoeniceus and Xanthocephalus xanthocephalus (Family Icteridae). Cytologia 19:217-224. 1954.
- MATTHEY, R. Les chromosomes des vertébrés. Lausanne, F. Rouge, 1949. 356 p.
- _____. The chromosomes of the vertebrates. Adv. Genet. 4:159-180. 1951.
- MERCHANT, D.J., KAHN, R.H. & MURPHY, W.H. Jr. Handbook of cell and organ culture. Minneapolis, Burgess, 1960. 188 p.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. A seriema: notas ornitológicas XII. Rev. Mus. paul. 23:36-90. 1938.
- MOORE, K.L. Sex chromatin patterns in various animals. In: MOORE, K.L., ed. - The sex chromatin. Philadelphia, Saunders, 1966. p. 15-58.
- NEWCOMER, E.H. The mitotic chromosomes of the domestic fowl. J. Hered. 48:227-234. 1957.
- NEWCOMER, E.H. The karyotype of the domestic fowl. In: GEERTS, S.J., ed. - Genetic today. Oxford, Pergamon, v. 1, 1963. p. 103-104.
- _____. & BRANDT, J.W.A. Spermatogenesis in the domestic fowl. J. Hered. 45:79-87. 1954.
- 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. Sex chromosomes and microchromosomes of Gallus domesticus. Chromosoma 11:484-498. 1961.
- _____. The sex chromatin: its origin and nature. In: PAVAN, C., CHAGAS, C., FROTA-PESSOA, O. & CALDAS, L.R., eds. - Mammalian cytogenetics and related problems in radiobiology. New York, Pergamon, 1964. p. 253-267.
- _____. STENIUS, O., CHRISTIAN, L.C., BEÇAK, W. & BEÇAK, M.L. Chromosomal uniformity in the avian subclass Carinatae. Chromosoma 15:280-288. 1964.

- OWEN, J.J.T. Karyotype studies on Gallus domesticus. Chromosoma 16:601-608. 1965.
- PAUL, J. Cell and tissue culture. Baltimore, Williams & Wilkins, 1960. 312 p.
- PETTERS, J.L. Check-list of birds of the world. Cambridge, Harvard Univ. Press. 15 v. 1931-1962.
- 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.
- RENZONI, A. & VEGNI-TALLURI, M. The karyograms of some Falconiformes and Strigiformes. Chromosoma 20:133-150. 1966.
- RILEY, G.M. Cytological studies on spermatogenesis in the house sparrow, Passer domesticus. Cytologia 9:165-176. 1938.
- ROTHFELS, K.H. & SIMINOVITCH, L. An air drying technique for flattening chromosomes in mammalian cells grown in vitro. Stain Techn. 33:73-77. 1958a.
- _____ & _____. The chromosome complement of the Rhesus monkey (Macaca mulata) determined in kidney cells cultivated in vitro. Chromosoma 9:163-175. 1958b.
- _____, ASPDEN, M. & MOLLISON, M. The W-chromosome of the budgerigar, Meleopsittacus undulatus. Chromosoma 14:459-467. 1963.
- SCHMID, W. DNA replication patterns of the heterochromosomes in Gallus domesticus. Cytogenetics 1:344-352. 1962.
- SOKOLOW, N.N., TINIAKOW, G.G. & TROFIMOW, J.E. On the morphology of the chromosomes in Gallinaceae. Cytologia 7:466-689. 1936.
- STENIUS, C., CHRISTIAN, L.C. & OHNO, S. Comparative cytological study of Phasianus colchicus, Meleagris gallopavo, and Gallus domesticus. Chromosoma 13:515-520. 1963.
- 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.
- TJIO, J.H. & LEVAN, A. The chromosome number of man. Hereditas 42:1-6. 1956.
- _____ & WHANG, J. Chromosome preparations of bone marrow cells without prior in vitro culture or in vivo colchicine administration. Stain Techn. 37:17-20. 1962.
- UDAGAWA, T. Karyogram studies in birds. I. Chromosomes of five Passeres. Cytologia 17:311-316. 1952.
- _____. Karyogram studies in birds. IX. The chromosomes of five species of thrushes (Turdidae). J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI. Zool. 13:338-343. 1957.

- VAURIE, C. The birds of the Palearctic fauna - A systematic reference - Order Passeriformes. London, Witherby, 1959. 762 p.
- WHITE, M.J.D. Animal cytology and evolution. 2.ed. Cambridge, Univ. Press, 1954. 454 p.
- WETMORE, A. A classification for the birds of the world. v. 139 (n^o 11). Washington, Smith, Misc. Collections, 1960. 37 p.
- YAMASHINA, Y. A revised study of the chromosomes of the Muscovy duck, the domestic duck and their hybrid. Cytologia 12:163-169, 1942.
- YAMASHINA, Y. Karyotypes studies in birds. I. Comparative morphology of chromosomes in seventeen races of domestic fowl. Cytologia 13:270-296. 1944.

•••