UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso

Dimorfismo sexual em oito espécies de Passeriformes: uma comparação de sexagens em campo e em laboratório

Pâmela Vanessa Friedemann Tavares

Orientador: Prof. Dr. Gonçalo Ferraz

Banca examinadora:

Prof. Dr. Andreas Kindel (UFRGS)

Prof. Dr. Demétrio Luis Guadagnin (UFRGS)

2015

Agradecimentos

Eu gostaria de agradecer a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, estiveram envolvidos no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador, Gonçalo Ferraz. Agradeço pelas correções extremamente bem colocadas no decorrer do trabalho.

Ao pessoal da UFRGS e do INPA, que por *e-mail* ou pessoalmente me auxiliaram de alguma forma. Carolina, Letícia, Pedro, Gilberto, Alejandra, Francisco, Aída e Jared.

A Grasiela Casas, por me apresentar o maravilhoso mundo da Ecologia de Aves, e por ser um exemplo em muitos aspectos do que eu considero ser uma excelente pesquisadora. Os dois anos que trabalhei no EcoQua mudaram o rumo da minha graduação de forma definitiva e incrível.

Ao meu primeiro orientador de Iniciação Científica, Valério Pillar.

A Danielle Franco, por embarcarmos juntas no mundo ornitológico.

A todos os integrantes do "Clube da M.", que foram os principais responsáveis pelos momentos divertidos na Biologia. Bruna, Amanda, Débora, Natália, Pietro, Malu, Jeniffer, Lilith, Verônica e Lucas. Em especial quero agradecer à Patrícia, por aguentar meus "*mimimis"* acadêmicos e pessoais, e à Jennifer, por ser minha dupla imbatível e pelas discussões sobre *Game of Thrones*.

A alguns bons professores da Biologia que ministraram suas disciplinas de forma excelente e apresentaram suas visões do que consideram "fazer ciência", auxiliando os estudantes a construir suas próprias visões sobre o papel do Biólogo na Ciência e na Sociedade.

Às amigas mais antigas, Aline, Uila e Inagiara.

À minha família, por todo apoio e compreensão, não somente na época do TCC, mas durante toda a graduação. Em especial a Iris Friedemann, por tornar possível minha formação como Bióloga.

Manuscrito formatado conforme as normas editoriais da revista Acta Amazonica.

As tabelas e figuras citadas no texto encontram-se no final do manuscrito.

Resumo

Fazer a sexagem correta das aves capturadas em rede de neblina pode ser uma difícil tarefa quando se trata de espécies que não têm dimorfismo sexual ou de indivíduos jovens que podem apresentar coloração de macho e fêmea. O objetivo deste trabalho é analisar dados morfométricos e fotografias de oito espécies de aves da Amazônia Central. Pretendemos identificar possíveis diferenças crípticas nos indivíduos que não têm dimorfismo sexual na plumagem (*Pithys albifrons* e *Glyphorynchus spirurus*) e observar as dificuldades na definição do sexo de jovens das espécies que apresentam dimorfismo sexual na plumagem (*Gymnopithys rufigula*, *Percnostola rufifrons*, *Dixiphia pipra*, *Willisornis poecilinotus*, *Thamnomanes ardesiacus* e *Thamnomanes caesius*). Comparamos o comprimento de asa e a massa corporal entre os sexos e analisamos as imagens obtidas em campos. Os indivíduos de *P. albifrons* e *G. spirurus* foram sexados em laboratório. Houve algumas dúvidas de sexagem feita em campo de jovens de *D. pipra*, *P. rufifrons*, *G. rufigula* e *W. poecilinotus*. Detectamos diferença ($p < 0.05$) na massa corporal de uma espécie (*D. pipra*) e no tamanho da asa ($p < 0.05$) de machos e fêmeas de quatro espécies (*P. albifrons*, *G. spirurus*, *G. rufigula* e *P. rufifrons*). A diferença no tamanho da asa dos indivíduos de *P. albifrons* e *G. spirurus* pode auxiliar na definição do sexo dos indivíduos em campo e também pode auxiliar na sexagem dos indivíduos jovens das espécies que possuem dimorfismo sexual na plumagem, mas que às vezes causam confusão no momento da sexagem.

Palavras-chave: sexagem avifauna; dificuldade de sexar juvenis; erros de sexagem em campo; aves da Amazônia Central.

Introdução

Determinados aspectos ecológicos podem estar fortemente relacionados com o sexo dos indivíduos. Entre as aves a taxa de sobrevivência de algumas espécies pode diferir entre machos e fêmeas (Payevsky *et al.* 1997; Westneat e Sargent 1996). Esta taxa de sobrevivência pode ser influenciada pelo tamanho de território ocupado por determinado sexo (Graves *et al.* 1983; Théry 1992), pelo cuidado parental por parte dos adultos (Westneat e Sargent 1996), pela razão sexual da espécie (Liker *et al*. 2014), pelo comportamento agressivo do sexo de maior tamanho (Fedy e Stutchbury 2005; Goymann *et al.* 2004), pelo diferente comportamento de forrageio entre os sexos (Holmes 1986). O dimorfismo sexual de aves muitas vezes se apresenta de forma críptica, não facilmente percebida. Embora em diversas espécies com hábito poligâmico de reprodução a diferença de tamanho e plumagem possa ser facilmente diferenciada, muitas vezes os organismos monogâmicos podem possuir diferenças mais sutis entre machos e fêmeas (Murphy 2007). A variação do dimorfismo sexual entre as espécies de aves várias vezes é atribuída às diferenças no sistema social de reprodução, entretanto alguns autores argumentam que existem diferentes formas de dimorfismo sexual entre aves e nem todos os tipos necessariamente estão relacionados com sistemas sociais de reprodução. Por exemplo, a diferença de tamanho entre machos e fêmeas poderia estar mais relacionada com o sistema social de reprodução e cuidado parental, enquanto a diferença de cor na plumagem dos indivíduos estaria mais associada com a frequência de paternidade extrapar (Owens e Hartley 1998), na qual há casos em que os machos com plumagens mais brilhantes estão associados com maiores níveis de paternidade extrapar (Moller e Birkhead 1994).

A ordem Passeriformes é a maior ordem dentro do grupo das aves e conta com aproximadamente 60% do total de espécies de aves existentes. No trabalho de Barraclough & Nee (1995), 31% das 2287 espécies de pássaros analisadas apresentaram dicromatismo sexual. Este trabalho demonstrou uma correlação positiva entre o número de espécie em tribos, espécies que são mais próximas filogeneticamente, de pássaros e a proporção de espécies naquelas tribos que são sexualmente dicromáticas. A família Thamnophilidae é uma família morfologicamente diversa, na qual há indivíduos de 6-8g até indivíduos que chegam a quase 160g (del Hoyo *et al.* 2015). A família Furnariidae é composta por aproximadamente 239 espécies e que em geral apresentam plumagem em uma variedade de marrons (del Hoyo *et al.* 2015). A família Pipridae apresenta muitas vezes um alto dimorfismo sexual, no qual os machos são de cor preta com manchas de cor brilhante pelo corpo, enquanto as fêmeas e machos jovens apresentam uma cor esverdeada (del Hoyo *et al.* 2015). Estas três famílias estão entre as mais capturadas no âmbito do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, na Amazônia Central.

A definição do sexo em aves é feita em campo quando possível, entretanto, para muitos indivíduos capturados em rede essa sexagem em campo não é viável, por não apresentarem dimorfismo sexual na plumagem. Uma das maiores dificuldades na sexagem dos indivíduos é durante a fase juvenil da maioria das espécies, pois mesmo que as espécies tenham diferenças na plumagem, essas características sexo-específicas marcantes ainda não apareceram (Griffiths 2000). Dessa maneira, podem-se perder diversas informações que seriam importantes para definir aspectos ecológicos de determinadas aves, como a mortalidade de machos e a razão sexual. As formas mais comuns de diferenciar o sexo nas espécies de aves, que não apresentam diferenças marcantes na plumagem e/ou tamanho, são através de exame anatômico (Petrides 1950),

análise da vocalização (Bourgeois *et al.* 2007), observação comportamental dos indivíduos (Flux 2001) e técnicas moleculares (Kocijan *et al.* 2011). Diferenciar o sexo dos indivíduos através das medidas morfológicas parece ser uma escolha sensata (Dechaume-Moncharmont *et al.* 2011), já que frequentemente diferenças nas medidas morfométricas dos machos e fêmeas permitem a definição do sexo os indivíduos (Murphy 2007).

Neste estudo procuramos observar atributos morfológicos e imagens de oito espécies de aves da Amazônia Central, (*Thamnomanes ardesiacus*, *Thamnomanes caesius*, *Percnostola rufifrons*, *Pithys albifrons*, *Gymnopithys rufigula*, *Willisornis poecilinotus*, *Glyphorynchus spirurus* e *Dixiphia pipra*) com o objetivo de avaliar se existe alguma evidência de diferença entre machos e fêmeas das espécies que não apresentam dimorfismo sexual na plumagem, e também observar quais espécies apresentam dificuldade de ter seus indivíduos jovens sexados em campo, mesmo tendo diferenças de coloração na plumagem entre os indivíduos adultos.

Material e Métodos

Este estudo se baseia em dados de determinação do sexo de indivíduos pertencentes a oito espécies de passeriformes, com base em dois tipos de informação: informação morfológica tomada em campo e informação laboratorial obtida a partir de análise de amostras de sangue. Os dados morfológicos foram coletados em campanhas de anilhamento na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), na Amazônia Central, aproximadamente 70 km a norte de Manaus. Todas as capturas ocorreram de Junho de 2011 até Novembro de 2014, somente nos meses da estação seca na região, entre Junho e Novembro. A

sexagem através de técnica molecular foi executada por Letícia Soares e Carolina Schuch no laboratório do Prof. Robert Ricklefs, da Universidade do Missouri St. Louis, Estados Unidos.

As oito espécies escolhidas para este trabalho (*Thamnomanes ardesiacus*, *Thamnomanes caesius*, *Percnostola rufifrons*, *Pithys albifrons*, *Gymnopithys rufigula*, *Willisornis poecilinotus*, *Glyphorynchus spirurus* e *Dixiphia pipra*) estão entre as espécies mais capturadas nas campanhas de anilhamento do PDBFF e foram escolhidas por apresentar registros fotográficos para um mínimo de 10 indivíduos. O número de indivíduos fotografados por espécie variou de 22 *T. ardesiacus* até 87 *D. pipra*. Para além do registro fotográfico, as medidas morfológicas quantitativas utilizadas neste estudo são o comprimento da asa direita (em milímetros) e a massa corporal dos indivíduos (em gramas), principalmente porque estas estão entre as medidas que mais vezes apresentam diferença entre machos e fêmeas, quando estes têm diferenças no tamanho (Alonso & Arizaga, 2006; Arizaga *et al.* 2007; Bugoni *et al.* 2002). Por vezes, para evitar situações de estresse que ameacem a saúde das aves capturadas, os anilhadores libertaram as aves capturadas em campo antes de obter todas as medidas morfológicas. Em consequência disso, nem todos os indivíduos sexados têm registro das duas medidas, o que causa algumas diferenças entre o número de indivíduos com registro de massa corporal e o número de indivíduos com medida do comprimento da asa. Em todos os casos, no entanto, o número de indivíduos capturados (e com medidas morfológicas) é superior ao número de indivíduos fotografados para cada espécie. Por exemplo, *P. albifrons* (da família Thamnophilidae) e *D. Pipra* (Pipridae) foram as duas espécies mais capturadas, com um total de 138 e 133 indivíduos, respetivamente. Ambas tiveram mais indivíduos capturados e medidos do que fotografados.

A maior parte dos indivíduos que tem dimorfismo sexual visualmente aparente teve seu sexo definido em campo, através da observação da plumagem (Tabela 1). Os indivíduos das duas espécies sem dimorfismo sexual aparente (*P. albifrons* e *G. spirurus*) tiveram sua sexagem feita exclusivamente no laboratório (Tabela 2). A sexagem dos organismos foi feita através da técnica de PCR (*Polymerase Chain Reaction*) para identificar uma região do gene CHD (*Chromodomain Helicase DNA*) que apresenta cópias, de tamanhos distintos, tanto no cromossomo Z quanto no W. A determinação do sexo foi baseada na visualização do produto da PCR em gel de agarose. Em aves, fêmea é o sexo heterogamético, representado pelos cromossomos Z e W, enquanto machos são homogaméticos, apresentando duas cópias do cromossomo Z, então os indivíduos foram considerados fêmeas quando havia duas bandas no gel (indicando as duas cópias de CHD no cromossomos Z e W) e machos quando havia apenas uma banda, que indicava uma sobreposição das bandas no gel já que as bandas tinham o mesmo tamanho, correspondentes às duas cópias do cromossomo Z.

Classifiquei a diferença de coloração entre os indivíduos de acordo com as áreas de corpo que apresentam diferença de coloração e com a diferença de cores no corpo dos indivíduos, a escala de classificação varia de 0 a 2. O valor ‘0’ indica ausência total de diferença na coloração; ‘1’ indica pequena diferença de coloração entre os indivíduos, visível somente em uma região do corpo; e ‘2’ indica máxima diferença de coloração, em todas as regiões do corpo (Tabela 2). Os indivíduos classificados como juvenis neste trabalho são indivíduos imaturos com coloração de plumagem semelhante a cor de plumagem das fêmeas.

Para procurar diferenças entre sexos nas medidas morfológicas, utilizei o teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon, sempre que as medidas não apresentavam

distribuição normal. No caso único de *Gymnopithys rufigula*, em que a medida do comprimento de asa apresentava distribuição normal, testei a hipótese de igualdade entre sexos usando um teste *t* de Student. Todas as análises estatísticas foram executadas no software R (R Core Team 2014).

Resultados

Grande parte da sexagem das espécies que apresentam dimorfismo sexual na plumagem (*T. ardesiacus, T. caesius, P. rufifrons, G. rufigula e W. poecilinotus*) foi feita em campo (Tabela 2), pois a diferença entre os sexos nestas espécies é quase sempre fácil de observar. Das oito espécies focais no estudo, sete tiveram pelo menos um indivíduo também sexado por PCR. No geral foram feitas poucas sexagens em laboratório destes indivíduos que são facilmente sexados no campo e os resultados laboratoriais tendem a confirmar as sexagens feitas em campo. Apenas um indivíduo de *Percnostola rufifrons* foi sexado no laboratório. *Gymnopithys rufigula* teve quatro indivíduos sexados no laboratório. Cinco indivíduos de *Willisornis poecilinotus* foram sexados no laboratório. Apenas um indivíduo de *Thamnomanes ardesiacus* foi sexado por PCR.

Dos 133 indivíduos de *Dixiphia pipra* observados neste estudo, 58 tiveram a sexagem feita em campo e 75 foram sexados no laboratório. Grande parte das *D. pipra* jovens foi registrada em campo como “sexo desconhecido”. Já entre as espécies *Pithys albifrons* e *Glyphorynchus spirurus*, cujos sexos não podem ser distinguidos em campo, não houve qualquer divergência entre resultados de campo e de laboratório, porque toda a sexagem foi exclusivamente laboratorial. A par da consistência de resultados entre técnicas de sexagem, houve também uma certa consistência das razões sexuais observadas: dentre todas as espécies estudadas, apenas *Willisornis poecilinotus* apresentou uma razão sexual igual entre machos e fêmeas capturadas, em que de um total de 62 indivíduos

capturados observados neste estudo 31 eram machos e 31 eram fêmeas. As outras sete espécies tiveram uma razão sexual com proporção de captura de machos maior do que de fêmeas.

Grande parte das sexagens feitas em campo são respaldadas por registros fotográficos. O número de indivíduos fotografados teve uma grande variação entre as espécies. Por exemplo, *D. pipra* teve um total de 87 indivíduos fotografados. As fotos de *D. pipra* ilustram como apesar dos adultos da espécie apresentarem coloração de plumagem bastante distinta, não é fácil diferenciar os machos juvenis das fêmeas adultas. Observando as fotografias de *P. albifrons* e *G. spirurus* - espécies sem dimorfismo de plumagem de acordo com a Tabela 1 - confirmamos que as espécies não apresentam nenhuma diferença de plumagem perceptível. Entre os indivíduos de *G. rufigula* fotografados não pude detectar qualquer diferença entre machos e fêmeas, além da mancha interescapular já descrita. Algumas imagens de indivíduos jovens de *Percnostola rufifrons* e *Willisornis poecilinotus* ilustram bem a dificuldade de sexar jovens pela plumagem; já indivíduos de *T. ardesiacus* e de *T. caesius* fotografados ilustram como é possível determinar facilmente o sexo de indivíduos destas espécies.

Quanto às medidas morfométricas, a única medida que apresentou distribuição normal foi o comprimento de asa de *Gymnopithys rufigula* e por isso permitiu uma comparação de médias entre sexos por intermédio de um teste *t*. O restante das medidas morfológicas não apresentou distribuição normal, e por isso foi analisada com métodos não paramétricos como o teste de Mann-Whitney-Wilcoxon. Das oito espécies consideradas neste estudo, cinco apresentaram evidência de diferença em pelo menos uma das medidas analisadas.

Dixiphia pipra foi a única espécie que mostrou diferença na massa corporal entre os sexos (Wilcoxon Rank-Sum Test; W = 2398.5; $p \sim 0.009$), no qual machos se mostraram mais leves do que as fêmeas. Os machos de *D. pipra* apresentaram massa corporal média de 11.16 ± 1.69 g enquanto as fêmeas tiveram uma média de 11.85 ± 1.67 g. As médias de massa corporal de *D. pipra* tiveram valores bem próximos neste estudo, enquanto na literatura as médias são um pouco mais distantes, o macho é descrito como tendo aproximadamente 11 g, e a fêmea como tendo por volta de 12.8 g (Snow 2004).

Das seis espécies da família Thamnophilidae estudadas, três apresentaram evidência de diferença no tamanho da asa direita de machos e fêmeas. A asa dos machos de *Percnostola rufifrons* (Wilcoxon Rank-Sum Test; W = 134.5; $p \sim 0.007$) teve um comprimento médio de 72.40 ± 2.94 mm, enquanto o comprimento da asa das fêmeas foi de 70.82 ± 2.92 mm . Os machos de *Gymnopithys rufigula* apresentaram um comprimento médio de asa de 76.19 ± 2.63 mm, marcadamente maior que o das fêmeas com uma média de 74.41 ± 2.57 mm (Two Sample *t*-test; t = -2.5152, df = 50.195, $p \sim 0.015$). Finalmente, *Pithys albifrons* que não apresenta diferença de plumagem entre sexos, apresentou uma diferença clara no tamanho da asa (Wilcoxon Rank-Sum Test; W = 761.5; $p < 10^{-5}$), com asa maior entre os machos (71.03 ± 2.19 mm) do que entre as fêmeas (69.31 ±1.74 mm). De forma semelhante, o Furnariidae *Glyphorynchus spirurus*, igualmente sem dimorfismo sexual de plumagem, também apresentou diferença forte entre sexos no comprimento da asa (Wilcoxon Rank-Sum Test; W = 487.5; $p \sim 0.022$). Como entre os *P. albifrons*, os machos de *G. spirurus* tiveram comprimento médio de asa maior em machos (69.06 ± 2.96 mm), do que em fêmeas (67.79 ± 2.41 mm).

Discussão

A sexagem feita em campo, através da visualização do organismo e da coleta dos dados morfométricos, é a forma de sexagem menos estressante para os indivíduos capturados (permitindo sua rápida soltura), que gera o conhecimento do sexo dos indivíduos mais instantaneamente (conhece-se o sexo dos indivíduos já em campo) e com menor custo financeiro. Essa técnica de sexagem tem de ser sempre aprimorada, e para isso é necessário conhecer a morfologia das espécies que se deseja estudar. Detectar evidência de diferenças entre machos e fêmeas das espécies que não apresentam diferença na plumagem, ou entre indivíduos jovens que causam confusão no momento da sexagem em campo, parece ser um passo importante no aprimoramento da técnica de sexagem realizada em campo.

Quanto às informações acerca das oito espécies presentes neste estudo eu categorizei em quatro tipos de resultados: 1) espécies que tiveram correspondência perfeita, ou seja, não houve nenhuma dificuldade de sexagem realizada em campo; 2) espécies que mesmo tendo dimorfismo sexual na plumagem de indivíduos adultos apresentaram algum tipo de dúvida na definição do sexo de alguns indivíduos jovens em campo; 3) uma espécie que apresentou algumas divergências da sexagem feita em campo e em laboratório e 4) espécies sem dimorfismo sexual na plumagem e que tiveram o sexo dos indivíduos exclusivamente definidos por PCR.

1. Correspondência perfeita:

Thamnomanes spp.

As espécies *Thamnomanes ardesiacus* e *Thamnomanes caesius* têm dimorfismo sexual na plumagem acentuado, e não apresentaram diferença de tamanho entre os sexos. Todos os indivíduos de *Thamnomanes caesius* observados neste trabalho foram sexados no campo. O único indivíduo de *T. ardesiacus* sexado por PCR confirmou a sexagem que havia sido realizada em campo. Os indivíduos destas espécies parecem apresentar uma coloração característica marcante de cada sexo, inclusive entre os indivíduos jovens, tornando a sexagem em campo bastante viável e fácil de ser realizada corretamente.

2. Dúvidas de sexagem em campo:

Gymnopithys rufigula

Foram sexados quatro indivíduos de *G. rufigula* em laboratório, e para um destes indivíduos havia uma anotação de dúvida quanto ao sexo, todas as sexagens foram confirmadas pela sexagem realizada em laboratório. A diferença no tamanho da asa dos indivíduos de *Gymnopithys rufigula* (Figura 1) também pode ser uma forma de auxílio no momento da sexagem feita em campo, pois quando adultos estes indivíduos podem ser diferenciados apenas pela presença da mancha interescapular branca nos machos (e laranja nas fêmeas), que representa um nível intermediário de dimorfismo sexual, além de que, entre os jovens, essa mancha interescapular pode não aparecer de forma clara. Para alguns indivíduos de *G. rufigula* também ficou bem definido a diferença de tamanho da asa para machos e fêmeas, indivíduos com asa maior do que 77.10 mm põem ser definidos como macho, enquanto fêmeas podem ser definidas quando tiverem asa menor do que 73.40 mm, considerando que o indivíduo está em seu tamanho de indivíduos adulto.

Percnostola rufifrons

Apenas um indivíduo de *P. rufifrons* foi sexado em laboratório, a sexagem de campo indicava suspeita de ser uma fêmea, que foi corroborada no resultado laboratorial. Para sexar os indivíduos jovens de *Percnostola rufifrons* seria interessante considerar a diferença do tamanho da asa direita do indivíduo. É provável que a definição do sexo dos indivíduos através da medida do comprimento da asa não seja conclusiva em todos os casos, mas que deve ser considerada na definição do sexo dos indivíduos capturados, auxiliando principalmente nos casos em que há dúvidas do sexo dos indivíduos. Se os indivíduos já tiverem em seu tamanho de adulto, quando o comprimento da asa dos indivíduos for maior do que 73.95 mm poderão ser definidos como machos e quando os indivíduos tiverem um comprimento de asa menor do que 69.90 mm poderão ser definidos como fêmeas.

Willisornis poecilinotus

Willisornis poecilinotus não apresentou diferença clara no tamanho de asa ($p \sim 0.056$) nem de peso entre os sexos e, entre as espécies classificadas neste trabalho como tendo dimorfismo sexual máximo na plumagem, foi a que apresentou o maior número de dúvidas na definição do sexo dos indivíduos jovens em campo. De um total de 62 indivíduos observados, cinco foram sexados por PCR, sendo que três destes haviam sido sexados com dúvida, um havia sido sexado sem dúvida e um não havia sido sexado. A técnica molecular confirmou todas as sexagens duvidosas e revelou o sexo do indivíduo que não havia sido sexado. Como esta parece ser uma espécie que causa dúvidas na definição do sexo dos indivíduos jovens, seria importante encontrar alguma

medida que apresentasse diferença entre os sexos e que pudesse ser considerada na diferenciação de machos e fêmeas.

3. Divergências de sexagem em campo e em laboratório:

Dixiphia pipra

A diferença de massa corporal entre os machos e as fêmeas de *Dixiphia pipra*, com a fêmea mais pesada do que o macho, já é conhecida na literatura (del Hoyo *et al.* 2015). Esta diferença pode auxiliar a determinação do sexo dos indivíduos em campo, porque os indivíduos machos jovens de *D. pipra* são extremamente semelhantes às fêmeas. Uma das diferenças descritas (Johnson 2010) entre fêmeas em geral e machos que não atingiram a plumagem de indivíduo maduro é ser na cor dos olhos, entretanto essa diferença na cor dos olhos tem de ser considerada juntamente com a idade do indivíduo, pois machos que estão em um determinado momento do seu desenvolvimento podem apresentar a cor do olho bastante vermelho. Sendo assim, para considerar esta diferença na cor dos olhos dos indivíduos de *D. pipra* os anilhadores também têm que conhecer técnicas para definir a idade dos indivíduos, mas estas são característica que não são facilmente perceptíveis para todos os anilhadores. Ocorreram três divergências na sexagem feita campo e em laboratório de indivíduos machos jovens que foram sexados como fêmeas em campo, mas que através da PCR pode-se observar que eram machos, o que ilustra a dificuldade de sexar indivíduos jovens de *D. pipra*. A análise das imagens dos jovens de *D. pipra* deixou claro que esta diferença na cor dos olhos de machos jovens e fêmeas em muitos casos pode não ser um método confiável na definição do sexo, pois alguns machos jovens apresentaram a cor dos olhos não de um tom laranja

pálido (Figura 2e, 2f), mas sim iguais aos olhos das fêmeas, de um tom vermelho brilhante (Figura 2a-2d).

4. Espécies exclusivamente sexadas por PCR:

Pithys albifrons

A diferença no tamanho da asa direita de machos e fêmeas das duas espécies que não apresentam dimorfismo sexual na plumagem parece ser uma importante ferramenta na definição dos sexos em campo. De forma geral em passeriformes, em que machos são maiores do que fêmeas (Shine 1989), *Pithys albifrons*, que é uma das espécies que não apresenta dimorfismo sexual na plumagem, apresentou diferença no tamanho de asa dos indivíduos machos e fêmeas (Figura 1). Há sobreposição de medidas do comprimento de asa de machos e fêmeas, entretanto, para determinados indivíduos já é possível prever o sexo em campo, conforme o resultado encontrado neste trabalho, no qual indivíduos de *P. albifrons* com asa maior do que 71.50 mm podem ser definidos como machos e indivíduos com comprimento de asa menor do que 68.60 mm podem ser definidos como fêmeas.

Glyphorynchus spirurus

G. spirurus também não apresenta dimorfismo sexual na plumagem, mas apresentou diferença no comprimento da asa de machos e fêmeas (Figura 1). Nenhum indivíduo de *G. spirurus* e de *P. albifrons* era sexado no momento da coleta dos dados morfométricos, conhecendo esta diferença no comprimento da asa de machos e fêmeas poderá haver uma previsão bastante confiável do sexo de alguns indivíduos desta espécie. Dessa maneira, para determinados indivíduos, a definição do sexo poderá ser

feita em campo. Indivíduos com comprimento da asa maior do que 70.30 mm podem ser definidos como machos, enquanto indivíduos que tiverem a asa menor do que 66 mm podem ser sexados como fêmeas.

Até o momento, não era possível fazer a sexagem em campo dos indivíduos de *Pithys albifrons* e *Glyphorynchus spirurus*, pois não havia nenhuma diferença descrita entre os sexos. Com a detecção da diferença no tamanho de asa de machos e fêmeas, será possível prever o sexo de determinados indivíduos que tiverem o tamanho de asa em tamanhos extremos, tanto as menores asas (fêmeas) quanto as maiores asas (machos). Mesmo para as espécies presentes neste estudo que têm dimorfismo sexual na plumagem, a diferença detectada no tamanho de asa entre os sexos (*Gymnopithys rufigula* e *Percnostola rufifrons*) poderá esclarecer dúvidas de sexagem em campo dos indivíduos jovens capturados que já tiverem o corpo do tamanho do corpo muito próximo do corpo do adulto.

Tabela 1. Características morfológicas que permitem diferenciar machos (♂) e fêmeas (♀) das oito espécies em estudo.

Espécies	**Características**	
	♂	♀
Thamnomanes ardesiacus	Dorso cinza escuro; ventre cinza pálido; garganta preta.	Dorso marrom escuro, ventre marrom; garganta branca.
Thamnomanes caesius	Dorso cinza escuro; mancha interescapular branca.	Dorso marrom escuro; ventre amarelo-acanelado; asa e cauda tom alaranjado.
Percnostola rufifrons	Dorso cinza escuro; garganta preta; asa cinza escura com manchas brancas nas coberteiras.	Dorso marrom-acinzentado; ventre laranja-acanelado; coberteiras pretas com as pontas brancas.
Pithys albifrons	Sem dimorfismo sexual aparente.	Sem dimorfismo sexual aparente.
Gymnopithys rufigula	Mancha interescapular branca.	Mancha interescapular alaranjada.
Willisornis poecilinotus	Dorso cinza escuro; ventre cinza claro; asa e cauda pretas com manchas brancas.	Dorso marrom; ventre cinza claro; asa preta com pontas marrons; cauda marrom escura a preta.
Glyphorynchus spirurus	Sem dimorfismo sexual aparente.	Sem dimorfismo sexual aparente.
Dixiphia pipra	Dorso preto brilhante; coroa e nuca branca.	Dorso verde; ventre verde pálido; coroa levemente acinzentada.

Tabela 2. Número de machos e fêmeas de cada espécie de acordo com a técnica de sexagem. As colunas SM (♂) e SM (♀) mostram, respetivamente, o número de machos e fêmeas sexados morfologicamente. As colunas SL (♂) e SL (♀) mostram os números sexados em laboratório. DM indica o valor da espécie em uma escala quantitativa de dimorfismo sexual com base na morfologia. Nos casos indicados, todas as diferenças morfológicas são de plumagem.

Espécies	**SM (♂)**	**SM (♀)**	**SL (♂)**	**SL (♀)**	**DM***
Thamnomanes ardesiacus	26	16	1	0	2
Thamnomanes caesius	32	29	0	0	2
Percnostola rufifrons	33	24	0	1	2
Pithys albifrons	0	0	86	52	0
Gymnopithys rufigula	40	29	1	3	1
Willisornis poecilinotus	29	28	2	3	2
Glyphorynchus spirurus	0	0	43	40	0
Dixiphia pipra	30	28	41	34	2

* Os valores de 0 a 2 indicam: Nenhuma diferença (0), diferença intermediária (1), e diferença máxima (2) na plumagem entre machos e fêmeas.

Figura 1. Histogramas de comprimento da asa direita para fêmeas (a, b, c) e machos (d, e, f) de *Pithys albifrons* (a, d), *Gymnopithys rufigula* (b, e) e *Glyphorynchus spirurus* (f, g). O valor de 'n' indica o número de indivíduos medidos para cada espécie e sexo. Indivíduos de *P. albifrons* e *G. spirurus* foram sexados somente por métodos moleculares. Os indivíduos de *G. rufigula* foram sexados principalmente pela plumagem.

Figura 2. Imagens de indivíduos machos jovens (a-f) e fêmeas (g-m) de *Dixiphia pipra* fotografados em campo, ilustrando a variação da cor do olho entre indivíduos do mesmo sexo. Alguns machos juvenis têm olhos vermelho-brilhante (a-d) enquanto outros têm olhos laranja pálido (e-f). Esta variação se sobrepõe com a variação na coloração do olho das fêmeas, que abrange tonalidades desde o laranja pálido (e.g. i) até ao vermelho brilhante (e.g. l).

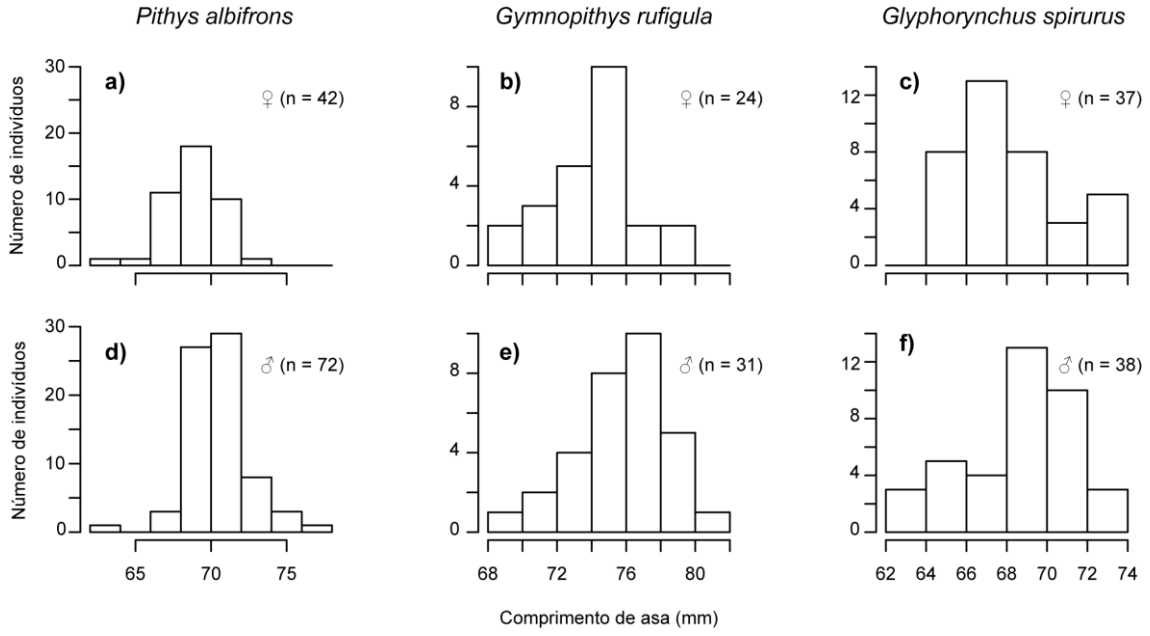
Pithys albifrons
Gymnopithys rufigula
Glyphorynchus spirurus
a)
♀ (n = 42)
b)
♀ (n = 24)
c)
♀ (n = 37)
d)
♂ (n = 72)
e)
♂ (n = 31)
f)
♂ (n = 38)
Número de indivíduos
Comprimento de asa (mm)

Figura 1

Figura 2

Referências Bibliográficas

ALONSO, D., & ARIZAGA, J. (2006). Biometrics of Citril Finch Serinus citrinella in the west Pyrenees and the influence of feather abrasion on biometric data. *Ringing & Migration*, *23*(2), 116–124.

ARIZAGA, J., ALONSO, D., MENDIBURU, A., & VILCHES, A. (2007). Winter roosts of Yellowhammers Emberiza citrinella in Northern Iberia : population dynamics and biometry. *Revista Catalana d'Ornitologia*, *23*(Arratíbel 2003), 18–26.

BARRACLOUGH, P. H., & NEE, S. (1995). Sexual selection and taxonomic diversity in passerine birds. *Proc. R. Soc. Lond. B*, *259*(1355), 211–215.

BOURGEOIS, K., CURÉ, C., LEGRAND, J., GÓMEZ-DÍAZ, E., VIDAL, E., AUBIN, T., & MATHEVON, N. (2007). Morphological versus acoustic analysis: What is the most efficient method for sexing yelkouan shearwaters Puffinus yelkouan? *Journal of Ornithology*, *148*(3), 261–269.

BUGONI, L., V., M. L., SCHERER, A., EFE, M. A., & SCHERE, S. B. (2002). Biometry, molt and brood patch parameters of birds in southern Brazil. *Ararajuba*, *10*(1), 85–94.

DECHAUME-MONCHARMONT, F., MONCEAU, K., & CEZILLY, F. (2011). Sexing Birds Using Discriminant Function Analysis: A Critical Appraisal. *The Auk*, *128*(1), 78–86. http://doi.org/10.1525/auk.2011.10129

del HOYO, J., ELLIOT, A., SARTAGAL, J., CHRISTIE, D.A. & de JUANA, E. (eds.) (2015). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved from http://www.hbw.com/ on 12 April 2015)

FEDY, B. C., & STUTCHBURY, B. J. M. (2005). Territory defence in tropical birds: Are females as aggressive as males? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *58*(4), 414–422. http://doi.org/10.1007/s00265-005-0928-4

GOYMANN, W., MOORE, I. T., SCHEUERLEIN, A., HIRSCHENHAUSER, K., GRAFEN, A., & WINGFIELD, J. C. (2004). Testosterone in tropical birds: effects of environmental and social factors. *The American Naturalis*, *164*(3), 327–334. http://doi.org/10.1086/422856

FLUX, I., & INNES, J. (2001). A field technique for determining the sex of North Island kokako (Callaeas cinerea wilsoni). *Notornis*, *48*(4), 217–223.

GRAVES, G., R., ROBBINS, M., B., & REMSEN, J., V., J. (1983). Age and Sexual difference in spatial distribution and mobility in Manakins (Pipridae): inferences from mist-netting. *J. Field Ornithol.*, *54*(4), 407–412.

GRIFFITHS, R. (2000). Sex Identification in Birds. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, *9*(1), 14–26. http://doi.org/10.1016/S1055-937X(00)80012-2

KOCIJAN, I., DOLENEC, P., SINKO, T., NENADIC, D., PAVOKOVIC, G., & DOLENEC, Z. (2011). Sex-typing bird species with little or no sexual dimorphism: An evaluation of molecular and morphological sexing. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, *15*, 145–150.

HOLMES, R., T. (1986). Foraging patterns of forest birds: male-female differences. *Wilson Bull.*, *98*(2), 196–213.

JOHNSON, E. I. (2010). Fild Guide to the Birds of the Biological Dynamics of Forest Fragments Project. Version 1.1

LIKER, A., FRECKLETON, R., P., & SZÉKELY, T. (2014). Divorce and infidelity are associated with skewed adult sex ratios in birds. *Current Biology*, *24*, 880–4.

MOLLER, A. P., & BIRKHEAD, T. R. (1994). The Evolution of Plumage Brightness in Birds is Related to Extrapair Paternity. *Evolution*, *48*(4), 1089–1100.

MURPHY, M., T. (2007). A Cautionary Tale : Cryptic Sexual Size Dimorphism in a Socially Monogamous Passerine. *The Auk*, *124*(2), 515–525.

OWENS, I. P. F., & HARTLEY, I. R. (1997). Sexual dimorphism in birds : why are there so many different forms of dimorphism ? *Proc. R. Soc. Lond. B*, *265*, 397–407.

PAYEVSKY, V., A., VYSOTSKY, V., G., YEFREMOV, V., D., MARKOVETS, M., Y., MOROZOV, Y., G., & SHAPOVAL, A., P. (1997). Sex-specific survival rates in birds. *Zhurnal Obshchei Biologii*, *58*(6), 5–20.

PETRIDES, G. (1950). Notes on determination of sex and age in the Woodcock and Mourning Dove. *The Auk*, *67*, 357–360.

R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/.

SHINE, R. (1989). Ecological Causes for the Evolution of Sexual Dimorphism : A Review of the Evidence. *The Quaterly Review of Biology*, *64*(4), 419–461.

SNOW, D. (2004). White-crowned Manakin (*Dixiphia pipra*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.) (2014). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved from http://www.hbw.com/node/57078 on 8 June 2015).

THÉRY, M. (1992). The evolution of leks through female choice : differential clustering and space utilization in six sympatric manakins. *Behavioral Ecology Sociobiology*, *30*, 227–237.

WESTNEAT, D., F. & SARGENT, R., C. (1996). Sex and parenting: the effects of sexual conflict and parentage on parental strategies. *TREE*, *11*(2), 87–91.