



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**INFLUÊNCIA DO PARASITISMO SOBRE A
SELEÇÃO SEXUAL E AVALIAÇÃO DE
PARÂMETROS DE HÁBITAT SOBRE O SUCESSO
REPRODUTIVO DE *Volatinia jacarina* (AVES:
PASSERIFORMES, EMBERIZIDAE)**

Thaís Maya Aguilar

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Biologia Animal. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade de Brasília.

Brasília, 2005.

THAÍS MAYA AGUILAR

**INFLUÊNCIA DO PARASITISMO SOBRE A
SELEÇÃO SEXUAL E AVALIAÇÃO DE
PARÂMETROS DE HÁBITAT SOBRE O SUCESSO
REPRODUTIVO DE *Volatinia jacarina* (AVES:
PASSERIFORMES, EMBERIZIDAE)**

Orientadora: Dr (a). Regina H.F. Macedo

Brasília, 2005.

Aos meus pais, ao meu esposo e ao futuro que guardo em meu ventre.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

INTRODUÇÃO GERAL

ABSTRACT

CAPÍTULO I: O impacto de parasitas sobre ornamentos, morfologia e comportamento de *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae)

CAPÍTULO II: Fêmeas de *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae) preferem machos não parasitados?

CAPÍTULO III: Influência do parasitismo sobre a condição corporal de fêmeas de *Volatina jacarina* (Aves, Emberizidae)

CAPÍTULO IV: Seleção de sítios de nidificação e biologia reprodutiva em *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae)

CAPÍTULO V: Ausência de efeitos de parasitas sobre características morfológicas de *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae) em condições silvestres

ANEXOS

Anexo I: Tabela 1 - Valores dos displays e taxas de salto, altura e persistência para cada macho individualmente

Anexo II: Tabela 2 - Espécies de plantas encontradas nos pontos avaliados para a seleção de habitat dos ninhos de *Volatinia jacarina*.

Anexo III: Artigo submetido ao Journal of Field Biology (de acordo com as exigências de defesa da Pós-Graduação em Biologia Animal) - Lack of Parasitic Effects Upon Morphological and Ornamental Traits of The Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) Under Natural Conditions

AGRADECIMENTOS

Distantes se tornaram as montanhas de Minas, substituídas pelos retílineos caminhos do Planalto Central, onde pude concluir mais uma etapa da construção de uma carreira, que é movida basicamente por sonhos e perguntas. Perguntas que não se calam em nossa mente, nos perseguem todos os dias e nos movem nessa jornada, chamada investigação científica. Sonhos, porque a ciência, apesar de racional, é movida por sonhos e paixão. É a paixão do cientista que o arrasta a anos de uma dedicação sem limites, a um trabalho que por fim irá responder a questões que para a grande maioria das pessoas, jamais fará sentido algum. Mas são estes homens e mulheres apaixonados que movem a humanidade e nos diferencia dos demais organismos que caminham pelo planeta.

Porém, estes sonhos não são possíveis sem o apoio e o incentivo de vozes e mãos amigas sempre a nos aparar. Agradeço a minha orientadora, Prof (a). Regina Macedo, quem apoiou e direcionou de forma brilhante a conclusão deste trabalho. Agradeço a compreensão e apoio nos momentos difíceis que por vezes temos de superar ao longo de um trabalho como este. Ao meu marido, Alex, que por inúmeras vezes foi preterido por esta “entidade” que chamamos “tese”. Obrigado pela compreensão, incentivo, paciência e dedicação que foram fundamentais nesta longa caminhada. Aos meus pais, pelo apoio, dedicação e carinho que também tornaram possível a conclusão deste trabalho. Aos amigos, próximos ou nas distantes montanhas da minha terra que sempre apoiaram, auxiliaram e incentivaram. O tempo e a distância às vezes nos revelam o valor e importância das verdadeiras amizades. Muito obrigado.

Agradeço ainda aos professores e funcionários do Departamento de Zoologia pelo apoio e auxílio na realização deste trabalho. Gostaria também de agradecer a Nara (Secretaria da Pós-Graduação em Biologia Animal) pelo apoio e auxílio, sempre atenta ao que nos passava despercebido. Agradeço também aos funcionários e professores do Herbário da UnB que gentilmente auxiliaram na identificação das plantas amostradas durante este estudo.

Gostaria também de agradecer a todos que me auxiliaram nas atividades em campo e no laboratório. Queridos colegas, Ailton, Eduardo, Fernanda, Juliano, Luis, Rafael Maia, Raphael Igor e Taís, muito obrigado. A ajuda de vocês foi fundamental para a conclusão deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos também as instituições, como a FAL, que permitiu a realização dos estudos em sua área, a Pós-Graduação em Biologia Animal e a CAPES pelo apoio material e financeiro.

A todos que de alguma forma, direta e indireta contribuíram para a realização deste trabalho, MUITO OBRIGADO!

INTRODUÇÃO GERAL

O parasitismo é uma relação entre seres vivos, onde apenas um deles é beneficiado em detrimento do outro (Price 1980; Pianka 1994; Neves *et al.* 1995; Friend & Franson 1999). O número de espécies parasitas é imenso (cerca de 60% dos insetos são parasitas) e para serem bem sucedidos, devem ter boa capacidade de dispersão, reprodução e sobrevivência de estágios infectivos (Price 1980).

A relação parasita hospedeiro envolve histórias de vida complexa e o parasita pode afetar diversos aspectos da vida do hospedeiro, além da saúde e sobrevivência. Parasitas poderiam afetar a reprodução de seus hospedeiros por meio do prejuízo do processo de seleção sexual. A seleção sexual é o processo no qual a seleção natural promove a manutenção de características que asseguram a sobrevivência e fecundidade dos indivíduos (Darwin 1859). Neste processo ornamentos sinalizariam a qualidade do parceiro e poderiam representar um ganho em sucesso reprodutivo para a prole (Fisher 1930) ou um ganho em termos de bons genes, que garantiriam a sobrevivência da prole (Zahavi 1975). Dentro da idéia da herança de bons genes, Hamilton e Zuk (1982) propuseram a hipótese de que parasitas possam prejudicar o sucesso de acasalamento de seus hospedeiros reduzindo a atratividade de indivíduos e, portanto, a probabilidade destes serem escolhidos como parceiros. Desde então, pesquisadores têm verificado o papel dos ornamentos (Andersson 1982; Rodriguez *et al.* 2002; Siitari *et al.* 2002) e outros displays (Loyau *et al.* 2005) na seleção de parceiros entre vários grupos de animais (Westcott 1992; Torres & Velando 2003; Kraaijeveld *et al.* 2004; Griggio *et al.* 2005). Os estudos têm demonstrado o efeito do parasitismo sobre ornamentos (Zuk 1991; Hill & Brawner III 1998; Brawner *et al.* 2000;

Doucet & Montgomerie 2003; Hill *et al.* 2005) e sobre a escolha de parceiros (Zuk 1988; Møller 1991; Polak & Markow 1995; MacDougall-Shackleton *et al.* 2002; Borgia *et al.* 2004). A hipótese de Hamilton e Zuk (1982) prevê a ação de parasitas como agentes de seleção que resultam na produção de hospedeiros com genótipos mais resistentes. Fêmeas, ao escolherem machos mais resistentes aos parasitas, produziriam prole que herdaria essa maior resistência. Fêmeas teriam como indicadores de maior resistência dos machos características fenotípicas indicativas de saúde, que incluem exuberância da plumagem ou de displays.

Porém, as fêmeas também podem ter sua capacidade de escolha prejudicada pela ação de parasitas (Poulin 1994; Lopez 1999; Córdoba-Aguilar *et al.* 2003), uma vez que a escolha de parceiros exige investimento em amostragem e avaliação dos potenciais parceiros (Jennions & Petrie 1997). A escolha de parceiros é baseada em propriedades sensoriais e comportamentais que influenciam a tendência dos indivíduos se acasalarem com certos fenótipos. A capacidade de escolha pode ser definida em termos da quantidade de energia investida na avaliação de parceiros potenciais e é influenciada pelo número de parceiros amostrados e pelo somatório de tempo gasto para examinar cada parceiro (Jennions & Petrie 1997). A qualidade da fêmea influencia o investimento que ela irá realizar na escolha de um parceiro. Assim, quando um grupo de fêmeas é apresentado a vários parceiros, nem todas as fêmeas irão escolher como parceiro o mesmo macho (Jennions & Petrie 1997, Brooks & Endler 2001). Porém, outros fatores podem influenciar a escolha das fêmeas, como por exemplo, o tempo disponível para a escolha do parceiro e a reprodução (Jennions & Petrie 1997, Lynch *et al.* 2005), o risco de predação (Pocklington & Dill 1995), a experiência prévia (Uy *et al.* 2001), a influência social (Godin *et al.* 2005), a idade (Kodric-Brown & Nicoletto 2001), e a ninhada obtida com aquela escolha

(Nicoletto 1995), entre outros. Pouco se sabe ainda sobre como estas escolhas podem ser influenciadas pelo parasitismo das fêmeas (Poulin & Vickery 1996). Contudo, como o investimento de machos em ornamentos normalmente exige uma maior produção de testosterona, que por sua vez pode funcionar como imunossupressor, espera-se que machos sejam mais severamente afetados por parasitas do que fêmeas (Folstad & Karter 1992; Dufva & Allander 1995; Zuk 1996; Figuerola *et al.* 1999; Duckworth *et al.* 2001; Stoehr & Hill 2001) ou que os efeitos do parasitismo sejam mais facilmente percebidos em machos.

Nos trópicos são escassos os trabalhos sobre o sistema parasita-hospedeiro (Poulin 1995), e no Brasil, em particular, os poucos estudos que enfocam ectoparasitas de aves silvestres abordam apenas aspectos das relações parasita-hospedeiro, da sistemática de ácaros plumícolas (Roda & Farias 1999) ou da ocorrência e abundância de ectoparasitas (Oniki & Willis 1993; Marini *et al.* 1996; Marini & Couto 1997; Rojas *et al.* 1999; Kanegae 2003). No entanto, de forma geral esses trabalhos não investigam a influência dos ectoparasitas sobre o sucesso reprodutivo diretamente, à exceção de Costa e Macedo (2005).

Apesar do crescente número de pesquisas sobre o efeito de parasitas, como ácaros e carrapatos em aves, os resultados mostram um surpreendente grau de conflito, e as evidências de danos à saúde do hospedeiro ou a aptidão reprodutiva são frequentemente ambíguas (Proctor & Owens 2000). Além disso, muitos desses estudos não fornecem evidências que comprovem a real influência de parasitas sobre seleção sexual, e se fêmeas, ao escolherem determinadas características nos machos, estariam realmente escolhendo-as como indicadoras de baixos níveis de parasitismo (Møller *et al.* 1999) como proposto pela hipótese de Hamilton e Zuk (1982).

As aves podem abrigar uma grande variedade e número de ectoparasitas. Entre os insetos estão piolhos mastigadores (Mallophaga), pulgas (Siphonaptera), assim como dípteros: Hippoboscidae, mosquitos transitórios (Culicidae) e moscas pretas (Simuliidae) (Boyd 1951). Os Mallophaga têm cabeças largas, maiores que o tórax, que possuem mandíbulas. Estes insetos se alimentam de crostas e secreções da pele, penas e outros materiais orgânicos da pele. Em geral possuem uma coloração amarelada e têm pernas adaptadas a rápidos movimentos. As pulgas, por sua vez, são insetos achatados lateralmente e sem asas. Seu corpo não tem as regiões claramente delimitadas e a cabeça possui peças bucais sugadoras. Os três pares de patas se originam do tórax, sendo o terceiro mais largo, o que facilita o salto. Os indivíduos adultos são de coloração marrom. Ao contrário dos piolhos, são menos específicas quanto aos seus hospedeiros e os estágios imaturos vivem no meio ambiente (Sloss *et al.* 1999). Os Hippoboscidae são ectoparasitas de aves e mamíferos. Somente no estágio adulto se alimentam de sangue, sendo parasitas obrigatórios. São dorsoventralmente comprimidos, podendo possuir ou não asas, com abdômen largo e cabeça pequena. Quanto aos mosquitos da família Culicidae, estes predominam nas regiões tropicais e subtropicais. Reproduzem-se em água parada e sugam o sangue dos hospedeiros para o desenvolvimento de seus ovos. Podem transmitir a malária, daí sua grande importância sanitária. As antenas são segmentadas, sendo a do macho plumosa e a da fêmea pilosa. O tórax, as pernas, as asas e o abdômen são revestidos por escamas. Os dípteros da família Simuliidae possuem palpos maxilares com cinco artículos, tromba ou rostro curto, antenas curtas e grossas, abdômen com oito segmentos e tórax abaulado. As asas são compridas e largas e as larvas e pupas são aquáticas. Estes mosquitos, conhecidos vulgarmente como “borrachudos”, são sugadores de sangue (mas apenas as fêmeas adultas são hematófagas) e vetores de diversas doenças. Possuem

coloração que varia do negro a tons castanhos amarelos (Borror & DeLonge 1964). Além destes dípteros já citados, algumas larvas dos gêneros *Protocalliphora* e *Apaulina* (Boyd 1951) e *Philornis* (Muscidae) (Borr & DeLonge 1964) podem atacar filhotes de aves. Estas larvas são noturnas e se alimentam intermitentemente, atacando as pernas, base das penas primárias e, raramente, a região em torno dos olhos e a cavidade dos ouvidos (Boyd 1951, Uhazy & Arendt 1986). Frequentemente, ninhegos parasitados por larvas de dípteros não sobrevivem, como em ninhos de *Mimus saturninus*, na Argentina, onde 50% dos ninhos foram infestados por larvas de *Philornis* (Rabuffetti & Reboreda 2000) e ninhegos de *Margarops fuscatus* atacados por larvas de *Philornis deceptiveus* (Arendt 1985). As variações nas taxas de infestação de ninhos é relacionada a habilidade de localização das moscas bem como do tamanho absoluto da população de moscas (Loye & Carrol 1998).

Entre os Arachnida que infestam aves, estão carrapatos Ixodidae e Argasidae e certos ácaros (Boyd 1951). Os carrapatos pode variar de 3 a 12 mm de comprimento e são parasitas em pelo menos uma parte de seu ciclo. Os Argasidae (carrapatos moles) possuem uma carapaça espinhosa e rugosa enquanto os Ixodidae (carrapatos duros) possuem uma carapaça dorsal chamada placa óssea. O dorso pode ser pigmentado com ornamentos usados na identificação. Nos carrapatos moles ocorre a postura de ovos pela fêmea, seguido pelo comportamento hematófago. Ocorre um estágio larval, dois estágios de ninfa e finalmente a fase adulta. Já os carrapatos duros possuem vários ciclos, podendo utilizar mais de um hospedeiro, porém, de forma geral, após a eclosão da larva, esta segue par um estágio de ninfa que se alimenta de sangue. O adulto também necessita se alimentar de sangue antes da cópula e postura dos ovos. Já os ácaros, em sua maioria são muito pequenos, menos de 1 mm e são recobertos por tegumento delgado. O corpo pode ser

recoberto por espinhos, estrias ou pêlos. As patas podem ter garras ou ventosas que são utilizadas para se prender ao hospedeiro. Alimentam-se de sangue (principalmente), linfa, células epiteliais vivas e mortas e pêlos. As peças bucais tanto podem ser adaptadas para a mastigação quanto para a perfuração (Sloss *et al.* 1999).

Entre os endoparasitas de aves, um dos mais comuns é o coccídeo (especialmente dos gêneros *Eimeria* e *Isospora*). Coccídeos usualmente invadem o trato intestinal das aves (Hadley 1916), mas podem contaminar fígado e rim (Friend & Frason 1999). Estes protozoários intestinais retiram os nutrientes necessários para sobreviver e prejudicam a capacidade de absorção do hospedeiro (Friend & Frason 1999). Aves severamente infectadas morrem rapidamente. Outros endoparasitas comumente encontrados em aves são os ascarídeos e os cestódeos. Os primeiros podem causar diarréias e anemias, enquanto os segundos são mais nocivos durante a fase de desenvolvimento das aves (Friend & Frason 1999; Foreyt 2005). Entre os hemoparasitas mais comuns, se encontram os protozoários *Plasmodium* e *Haemoproteus* (Sloss *et al.* 1999). Estudos indicam a influência destes hemoparasitas na seleção sexual por meio de alterações na plumagem (Hamilton & Zuk 1982; Boyce 1990; Pruett-Jones *et al.* 1990; Kirkpatrick & Ryan 1991). Espécies de *Plasmodium* e *Leucocytozoon* (outros hemoparasitas comuns em aves) são capazes de causar anemia severa, perda de peso e morte em aves susceptíveis. Já as espécies de *Haemoproteus* são menos patogênicas, com apenas alguns casos esparsos de registros de mortalidade natural em aves silvestres (Atkinson & Riper III 1991; Atkinson 1999; Friend & Frason 1999).

O presente trabalho pretende contribuir na investigação da influência do parasitismo sobre a seleção sexual, usando como objeto de estudo *Volatinia jacarina* (o “tiziú”). Esse pássaro é um dos mais comuns emberizíneos deste país. O macho, durante o período

reprodutivo, possui plumagem nupcial negra com brilho azulado, uniforme, com manchas axilares e coberteiras inferiores da asa brancas. Fêmea e imaturo são pardos nas partes superiores e esbranquiçados nas partes inferiores. Vivem em áreas de vegetações abertas e alteradas que podem ser próximas a áreas urbanas (Sick 1997). Sua reprodução ocorre de novembro a abril no Planalto Central, quando formam pares socialmente monogâmicos. No Distrito Federal deixam de ser registrados a partir de maio (quando provavelmente se retiram para áreas ao norte do país), retornando em novembro onde iniciam a marcação de seus territórios. A demarcação territorial é feita através de canto e também com a execução de displays (Antas & Cavalcanti 1998; Almeida 2001; Carvalho *et al.* 2007). Os territórios estão entre os menores já registrados entre os Passeriformes (Murray Jr. 1982) e variam de 13,0 a 72,5 m² (Almeida & Macedo 2001, Carvalho *et al.* 2007), ocupando, normalmente, áreas com uma estrutura de vegetação diferenciada (Almeida & Macedo 2001). Os displays podem ser descritos como saltos retilíneos, de 0,5 a 1,0 m de altura, auxiliados pelo batimento das asas, acompanhados da exibição das manchas axilares e da vocalização “t-i-z-i-u” (Alderton 1963, Webber 1985), que lhe confere seu nome vulgar. Um estudo recente indica que as populações de tizius do Planalto Central têm uma alta taxa de fertilizações extrapar, sendo que em média, 50% dos filhotes em cada ninho não pertencem ao macho que os alimenta (Carvalho 2002). A longevidade já registrada para esta ave está em torno de seis anos (Pereira *et al.* 1992).

Além da relação parasita - hospedeiro, este trabalho também abordou aspectos básicos da biologia reprodutiva desta ave, com relação ao uso de seus habitats reprodutivos. A seleção natural favorece aqueles indivíduos de uma população que fazem a maior contribuição proporcional a futuras gerações (Darwin 1859), sendo que os principais componentes da história de vida que afetam essa contribuição são a fecundidade e a

sobrevivência (Gadgil & Bossert 1970, Begon *et al.* 1996). Em aves, a fecundidade traduz-se em tamanho e sobrevivência da ninhada (Newton 1989, Yoo 1994, Martin 1995). Esta última pode sofrer decréscimos devido à perda de ovos e mortalidade dos ninhos, principalmente devido à ocorrência de predadores de ninho e falta de recursos no hábitat de nidificação (Ricklefs 1989, Martin 1995). A escolha do hábitat e ainda mais especificamente, o sítio de nidificação dentro desse hábitat, são parâmetros comportamentais exibidos pelas aves e que tem impacto sobre seu sucesso reprodutivo. Importante também pode ser a fidelidade ao sítio de nidificação (Blancher & Robertson 1985, Lindberg & Sendinger 1997), descrita como a utilização da mesma área de nidificação ao longo de sucessivos anos. É freqüentemente descrita para espécies migratórias como uma tendência filopátrica de retorno dos adultos aos sítios de nidificação (Harvey *et al.* 1979), mas também existe a idéia de que o retorno ao sítio de nidificação pode estar relacionado a um sucesso reprodutivo consistente ao longo dos anos, sendo que este retorno seria favorecido pela seleção natural (Gavin & Bollinger 1988, Gauthier 1990, Lindberg & Sendinger 1997) e é descrito em vários trabalhos na literatura (Harvey *et al.* 1979, Hepp & Kennamer 1992). A seleção do sítio para nidificação ocorre no início da estação reprodutiva e dentro do território do indivíduo, podendo envolver tanto o macho quanto a fêmea. (Burger 1985).

O habitat e o sítio de nidificação reúnem vários atributos, que incluem variáveis ambientais, tais como intensidade pluviométrica, abundância de alimento, cobertura e estrutura da vegetação assim como características do ninho (forma e localização) e seu substrato. Este último atributo, por exemplo, é essencial para manter o ninho abrigado e camuflado, fornecendo proteção adequada contra predação e variações climáticas, que podem inviabilizar os ovos e causar a mortalidade dos filhotes (Gill 1994, Paton 1994).

A evolução de preferências de habitats é determinada por estruturas funcionais e morfológicas das aves e, portanto, sua habilidade em obter alimento e abrigos com sucesso em um determinado habitat (Cody 1985). Em habitats preferenciais indivíduos podem assegurar uma aptidão maior do que se utilizarem outros habitats (habitats não preferenciais) (Cody 1978, Rosenzweig 1981). Através de um processo evolutivo, as espécies se adaptaram às condições adversas que podem ocorrer nesses habitats preferenciais. Porém, este é um processo dinâmico, onde os habitats se alteram e essas espécies podem ampliar a utilização de habitats preferenciais (Clark *et al.* 1983, Kelly 1993, Pampush & Anthony 1993) e podem adaptar-se a novas condições adversas que venham a surgir (Berkelman 1995, Woods & Cade 1996, Burke & Nol 1998).

Assim, os objetivos deste trabalho podem ser descritos em duas partes: (1) a descrição e avaliação da influência do parasitismo sobre a seleção sexual de *Volatinia jacarina*, em cativeiro e em ambiente silvestre e (2) a descrição e avaliação da biologia reprodutiva e da seleção de habitats nesta espécie. As hipóteses da primeira parte do trabalho foram: (1) machos tratados e mantidos livres de parasitas irão diferir, ao longo do tempo, dos machos parasitados quanto à manifestação de caracteres sexuais secundários (inclusive de display comportamental), como também em características referentes à morfologia de forma geral (capítulo 1); (2) fêmeas irão exibir uma preferência por machos saudáveis, quando são confrontadas com machos em condições contrastantes de nível de infestação parasitária (capítulo 2); (3) fêmeas parasitadas terão sua condição corporal prejudicada quando comparadas a fêmeas saudáveis (capítulo 3); (4) machos e fêmeas parasitados exibem condições morfológicas inferiores quando comparados a indivíduos não parasitados em ambiente silvestre (capítulo 5); e (5) machos parasitados exibem caracteres sexuais secundários menos exuberantes que machos não parasitados em ambiente silvestre

(capítulo 5). Na segunda parte deste trabalho se avaliou o sucesso reprodutivo desta espécie e se testou as seguintes hipóteses: (1) as aves selecionam ativamente características específicas de habitat para a construção de seus ninhos (capítulo 4); e (2) ninhos bem sucedidos são construídos em locais com características específicas de habitat que lhe conferem maior proteção quando comparados aos locais onde foram construídos ninhos mal sucedidos (capítulo 4).

Métodos. Para o teste das hipóteses sobre a seleção sexual de (1) a (3) que foram realizadas em cativeiro, 78 machos e 48 fêmeas desta espécie foram capturadas nas estações reprodutivas de 2003-2004 e 2004-2005. As capturas foram realizadas no campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, DF (15° 46' S, 47° 52' W). A condição inicial de parasitismo dos indivíduos foi verificada, e a cada mês essa avaliação foi repetida para todos os machos e fêmeas. Os ectoparasitas foram avaliados por meio de inspeção das penas das asas e caudas contra a luz, sendo os parasitas contados com o auxílio de uma pequena lupa (para piolhos) e pelo exame de todo o corpo da ave, entre as penas (para os carrapatos). Alguns parasitas encontrados foram coletados com uma pinça e conservados em álcool 70% (Kanegae 2003) para posterior identificação. Os endoparasitas foram avaliados por meio da coleta de fezes e sangue. A coleta de fezes deu-se após as 14:00 hs porque existe indicação, em outros estudos com aves, de que no período da tarde ocorre uma maior liberação de oocistos nas fezes (Brawner & Hill 1999). As fezes frescas foram coletadas, acondicionadas em eppendorfs com água, homogeneizadas e sedimentadas. Foram conservadas em geladeira até o momento da análise (Foreyt 1995, Sloss *et al.* 1999). As análises foram realizadas em microscópio óptico, onde uma alíquota da amostra era colocada em uma lâmina e corada com lugol. Em seguida, era coberta por lamínula que tinha sua área examinada e o número de cistos e ovos encontrados registrados. Este

procedimento foi realizado três vezes, para cada amostra, e o grau de parasitismo foi determinado pela média dos valores obtidos nas três lâminas. O método de sedimentação foi utilizado porque os métodos de flutuação não permitem a visualização de alguns ovos de trematóides e cestóides (Sloss *et al.* 1999). Amostras de sangue eram retiradas do tarso das aves por meio de uma lanceta descartável. Com essa amostra era feito um esfregaço que era fixado com metanol e corado com GIEMSA (Foreyt 1995, Sloss *et al.* 1999). Procedia-se então às análises em microscópio óptico, com lente de imersão e aumento de 1000X. Cem campos ópticos eram percorridos em cada lâmina (cerca de 10.000 hemácias), evitando-se campos não corados e com artefatos da preparação e os parasitas encontrados eram registrados e contados. A prevalência do parasitismo (expressa em %) é determinada pelo número de indivíduos da espécie do hospedeiro infectada com uma espécie particular de parasita, dividido pelo número de hospedeiros examinados. A intensidade individual do parasitismo é determinada pelo número de indivíduos de determinado parasita, encontrados em cada hospedeiro. Já a intensidade média é o número total de parasitas de uma dada espécie, dividido pelo número total de indivíduos na amostra infectados por aquele parasita ou simplesmente, a média aritmética da intensidade individual (Margolis *et al.* 1982). A prevalência foi calculada apenas no momento inicial de captura, para verificar o estado natural de parasitismo dos tizius na área de estudo. Para as re-avaliações mensais de taxas de parasitismo foram considerados os valores de intensidade do parasitismo, ou seja, o número de indivíduos de diferentes espécies de parasita por ave. As aves permaneceram em cativeiro por cinco meses, durante os quais foram mantidas em dois grupos: (1) aves não tratadas, onde o nível de parasitismo por coccídeos permaneceu alto; e (2) tratadas e mantidas livres de coccídeos. Os indivíduos do grupo tratado receberam tratamento para parasitas à base de coccidioestático (sulfametoxazol e trimetoprim), vermífugo

(mibendazol) e talco inseticida. O tratamento foi mantido ao longo de todo o experimento (cinco meses), sendo que os medicamentos eram administrados com uma periodicidade mensal, segundo indicações dos fabricantes. Todas as aves recebiam rações com vários tipos de painço, alguns outros grãos como alpiste, “farinhada” (fubá, milho e outros minerais), areia esterilizada e água com polivitamínicos em regime *ad libitum*. Os recipientes de alimento e água eram amplos e distribuídos em várias posições e alturas dentro dos viveiros. Estes recipientes eram lavados em dias alternados e os viveiros eram limpos uma vez por mês, quando os indivíduos eram retirados do viveiro para que se efetuasse a limpeza. No período de estudo, foram avaliadas as características sexuais secundárias, a condição corporal e as taxas de display de machos parasitados e saudáveis (tratados contra parasitas). Fêmeas nos dois grupos foram avaliadas quanto à condição corporal.

A avaliação das medidas morfométricas e de características sexuais secundárias foi repetida mensalmente para todos os animais em cativeiro. Os animais foram pesados e medidos (comprimento da asa, cauda, tarso e narina) com auxílio de pesola e paquímetro (IBAMA 1994). Três medidas relativas à plumagem foram tomadas. Primeiramente, a plumagem dos machos foi avaliada pela estimativa da porcentagem do corpo coberta pela plumagem nupcial (negro azulada), que podia variar de 0 a 100%. Esta avaliação foi realizada sempre pelo mesmo pesquisador e sempre sob as mesmas condições de iluminação. Além do valor absoluto relativo à cobertura por penas negras, também foi avaliado o incremento de penas negras novas na plumagem entre cada avaliação. Ou seja, esta segunda medida considerava apenas a porcentagem adquirida de plumagem negra desde a última avaliação. Essa avaliação foi incluída porque a muda da plumagem nupcial não ocorreu de forma similar entre todos os machos e a medida absoluta da plumagem não

permitia verificar a velocidade desta troca. Finalmente, a plumagem também foi avaliada considerando-se o tamanho da mancha branca na parte inferior das asas relativo à medida do tamanho total da asa. Para obter esses valores as asas eram levemente pressionadas contra transparências, e os contornos das asas e das manchas eram desenhados (Costa & Macedo 2005). Estes contornos foram digitalizados e as áreas da mancha e da asa foram calculadas através do programa Autocad (Autodesk 1997).

A performance comportamental dos machos foi avaliada durante o período do estudo. Ao longo dos cinco meses machos e fêmeas eram revezados em experimentos de escolha, permitindo assim o acompanhamento de aspectos comportamentais ligados à corte. As características avaliadas para cada macho incluíram: taxas de salto (duas taxas: x/y e $x/60$), tempo saltando (y), altura dos saltos e persistência. Nas variáveis taxas de salto (x/y e $x/60$) e tempo saltando (y), o “ x ” representa o número de saltos executados e “ y ” o tempo total de minutos, dentro do período de observação (60 min), em que algum salto ocorreu. Por exemplo, se o macho saltou no primeiro, quinto e nono minutos do experimento, independentemente do número de saltos que executou, o tempo saltando do macho seria três minutos. O uso das duas medidas de taxa de salto reflete o fato de que os machos executam seus displays em períodos discretos de atividade e não de forma contínua e homogênea ao longo do tempo. Já a persistência reflete qualquer atividade direcionada à fêmea, que pode incluir o display do salto, assim como, deslocamentos frente ao vidro, emitindo chamados, pequenos saltitos (<20 cm), dança (abre e fecha asas, balança cauda) etc.

Duplas de machos parasitados e saudáveis foram utilizadas nestes testes de escolha com fêmeas parasitadas e saudáveis. Durante os testes de escolhas, pares fixos ($N = 20$) de machos foram designados no início do experimento, sendo que para cada par era

selecionado um macho de cada grupo com medidas morfológicas e ornamentais similares. A partir daí, foram sorteadas as duplas na ordem de utilização nos experimentos sendo apresentadas sempre a fêmeas diferentes. Nenhuma fêmea foi exibida a uma mesma dupla de machos mais do que uma vez. Pelo menos 24 horas antes dos experimentos, a dupla de machos e a fêmea eram isolados na sala de experimentos. Os indivíduos eram colocados em gaiolas individuais, isolados visualmente, e sob o mesmo regime de alimentação dos indivíduos dos viveiros externos. Dentro do ambiente experimental, o regime de fotoperíodo era controlado (12 horas de luz, 12 horas sem luz).

Um total de 165 experimentos foram realizados, totalizando 330 horas de observação. Destes, 83 experimentos foram realizados com fêmeas parasitadas e 82 experimentos com fêmeas não parasitadas. O viveiro experimental (1,20 X 0,90 X 1,60 m) (Figura 1), tem três compartimentos, sendo os das extremidades destinados aos machos e o compartimento central à fêmea. Os compartimentos eram separados por divisórias de vidro e de madeira, estas últimas removidas durante os experimentos, permitindo a completa visualização dos machos pela fêmea e vice-versa. O viveiro era monitorado durante o experimento através de um sistema de circuito interno de TV e, noutra sala os comportamentos exibidos pelos indivíduos eram registrados. Os experimentos tinham duração total de três horas, sendo que os testes de escolha ocorriam na primeira e terceira horas. Durante a segunda hora, ocorria um intervalo onde os machos tinham suas posições invertidas nos compartimentos das extremidades, evitando-se um possível efeito de posição sobre a escolha da fêmea, ou sobre a performance do macho.

A escolha da fêmea foi determinada pelo tempo em que permaneceu atenta a um determinado macho. Verificou-se que as fêmeas observavam os machos apenas quando estavam no chão do viveiro, a uma distância que variava de 0 cm (próximo à divisória de

vidro) a 15 cm. As outras áreas do chão do viveiro experimental eram utilizadas apenas para atravessar de um lado para o outro. Para que se considerasse um macho como o favorito em um teste, determinou-se que a fêmea deveria permanecer na área de escolha do macho por um tempo de pelo menos três minutos a mais do que permanecia na área de escolha do outro macho. As análises apresentadas consideram tanto a primeira e segunda horas do experimento separadamente quanto também agrupadas.

Para o teste das hipóteses sobre a seleção sexual de (4) a (5) foram capturados 293 indivíduos, na área da Fazenda Água Limpa, DF, e coletadas amostras de ectoparasitas, endoparasitas (sangue e fezes), e dados morfométricos (massa, comprimento da asa, cauda, tarso e narina), como descrito acima. Características da plumagem dos machos incluíram a porcentagem de cobertura pela plumagem nupcial e o tamanho da mancha branca sob as asas, exibida nos displays.

As hipóteses relacionadas aos parâmetros de hábitat e sucesso reprodutivo foram realizadas em duas estações reprodutivas e duas áreas de estudo diferentes. Em 2003 – 2004 a coleta de dados foi realizada no campus Darcy Ribeiro, uma área alterada próxima ao centro urbano de Brasília. Na estação reprodutiva de 2004 – 2005 o estudo foi realizado na Fazenda Água Limpa, em uma área também alterada, porém, afastada do centro urbano. Ambas as áreas se localizam no Distrito Federal, em região de cerrado. Ninhos foram acompanhados ao longo dos anos de estudo, filhotes marcados com anilhas e o sucesso reprodutivo registrado. Após a saída do ninho, o ponto do ninho e mais quatro pontos em torno do ninho (1 m norte, 3 m oeste, 6 m sul e 9 m leste) foram avaliados quanto as variáveis: (a) número de espécies de plantas; (b) altura do substrato (vegetação); (c) número, altura e diâmetro de arbustos; (d) número, altura e diâmetro de lenhosas; (e) percentual de cobertura fornecida pela vegetação rasteira; (f) distância do ponto central à

trilha ou estrada mais próxima; e (g) distância do ponto central ao ninho vizinho mais próximo. Nas comparações entre ninhos bem e mal sucedidos, além das variáveis de hábitat listadas acima, foram incluídas variáveis específicas dos sítios de nidificação, que incluíram: (a) altura do ninho em relação ao solo; (b) altura do arbusto onde o ninho estava fixado; (c) diâmetro maior da haste principal do arbusto de fixação do ninho; (d) profundidade da câmara oológica; (e) comprimento e largura externos do ninho; (f) altura do ninho (na borda externa).

Foram realizadas análises estatísticas considerando-se $p < 0,05$ como valores significativos, em testes t student, ANOVAS, correlações de Spearman, regressão múltipla e testes de Kruskal-Wallis, no pacote estatístico Statistica 6.0 (StatSoft 2001).

Resultados e discussão. Os resultados demonstraram que machos de cada grupo (parasitados e saudáveis) variaram significativamente ao longo do tempo nos tamanhos da asa, cauda, na relação peso/tarso, na plumagem, no incremento de plumagem e no número de ectoparasitas. A comparação entre machos parasitados e os saudáveis revelou que estes últimos tiveram um aumento no tamanho da asa, da cauda, e da relação peso/ tarso, além de um maior incremento de plumagem. Os machos saudáveis foram mais persistentes e apresentaram maior taxa de execução de seus displays. As fêmeas (tanto saudáveis quanto parasitadas) não demonstraram favoritismo com relação aos machos saudáveis. As fêmeas também não tiveram suas escolhas afetadas pelo seu próprio grau de parasitismo, e suas escolhas foram aleatórias. Ou seja, apesar dos machos diferirem em termos de qualidade física, as escolhas das fêmeas não refletiram essas diferenças. As fêmeas parasitadas e saudáveis não diferiram quanto a nenhum aspecto morfológico, indicando que não há nenhum efeito do parasitismo sobre a condição corporal de fêmeas. Fêmeas apresentaram maior prevalência e intensidade média de parasitas à época da captura do que machos na

mesma área e período. No ambiente silvestre, não foi encontrada nenhuma associação significativa entre o nível de parasitismo e características de morfometria ou plumagem. Quanto ao sucesso reprodutivo, os resultados mostraram que as aves selecionam áreas estruturalmente mais complexas para a construção de seus ninhos. Ninhos bem sucedidos, em contraste a ninhos sem sucesso, normalmente se encontram mais distantes de outros ninhos.

Este estudo demonstrou que parasitas afetam a condição corporal e os caracteres sexuais secundários de machos de tiziu. Esta influência se deu ao longo do tempo e entre os tratamentos. Quanto à ausência de escolha das fêmeas por machos saudáveis, diversas explicações podem ser oferecidas. As fêmeas podem não ter detectado as diferenças entre machos. Alternativamente, as diferenças podem ter sido detectadas, mas as fêmeas não efetuaram escolhas usando essas diferenças. Possivelmente, fêmeas utilizam outras características, além daquelas afetadas pelo parasitismo, em suas escolhas em ambiente natural. Além disso, também não se verificou qualquer efeito do parasitismo sobre a condição corporal das fêmeas. A ausência de ornamentos em fêmeas e a conseqüente ausência de maiores concentrações de testosterona, talvez possam explicar a maior resistência das fêmeas a parasitas, uma vez que a testosterona funciona como imunossupressor. Os resultados no ambiente silvestre contrastam com os resultados dos experimentos realizados em cativeiro. Em populações silvestres pode ser difícil detectar o impacto do parasitismo uma vez que informações sobre a persistência do parasitismo nos hospedeiros não estão disponíveis. Quanto ao sucesso reprodutivo, o tiziu escolhe ativamente sítios de nidificação mais complexos que potencialmente fornecem maior proteção contra predadores. Também encontrou-se que ninhos bem sucedidos se encontram

mais afastados de outros ninhos. Neste caso, a distância maior de outros indivíduos realizando displays pode diminuir a probabilidade do ninho ser encontrado pelo predador.

A presente dissertação contribui para a investigação das questões teóricas relacionadas com a seleção sexual e o sucesso reprodutivo de *Volatinia jacarina*. Porém, outros estudos ainda são necessários para a melhor compreensão do complexo sistema de escolha de parceiros desta ave e para melhor compreender os diversos aspectos de sua história de vida.

REFERÊNCIAS

- ALDERTON, C. C., 1963. The breeding behavior of the Blue-black Grassquit. *Condor*, 65: 154-162.
- ALMEIDA, J. B. DE. 2001. *Determinantes ecológicos da reprodução de Volatinia jacarina (Passeres, Emberizidae)*. Dissertação de mestrado. do Curso de Pós-Graduação em Ecologia, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- ALMEIDA, J. B. & MACEDO, R. H. 2001. Lek-like mating system of the monogamous Blue-black Grassquit. *Auk*, 118 (2): 404-411.
- ANDERSSON, M., 1982. Female choice selects for extreme tail length in a widowbird. *Nature*, 299: 818-820.
- ANTAS, P. DE T. Z. & CAVALCANTI, R. B. 1998, *Aves comuns do Planalto Central*. Brasília, Editora UnB.
- ARENDRT, W. J. 1985. *Philornis* ectoparasitism of pearly-eyed thrashers. II effects on adults and reproduction. *Auk*, 102: 281-292.

- ATKINSON, C. T. 1999. Hemosporidiosis. In: *Field Manual of Wildlife Diseases* (Ed. by M. Friend & J. C. Franson). USGS, Washington.
- ATKINSON, C. T. & RIPER III, C. VAN. 1991. Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leucocytozoon*, and *Haemoproteus*. In: E. Loye & M. Zuk (ed.), *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour*. Oxford Ornithology Series. Oxford University Press, New York.
- AUTODESK, 1997. *Autocad Release 14.0*. Acis@Copyright (1994, 1997) Spatial Technology, Inc., Three – Space Ltda. And Applied Geometry Corp.
- BEGON, M., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. 1996. *Ecology*. Cambridge: Ed. Blackwell Science, 1068 pgs.
- BORGIA, G., EGETH, M., UY, J. A. & PATRICELLI, G. L. 2004. Juvenile infection and male display: testing the bright male hypothesis across individual life histories. *Behav. Ecol.*, 15: 722-728.
- BORROR, D. J. & DeLONGE, D. M. 1964. *Estudo dos Insetos*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.
- BOYCE, M. S. 1990. The red Queen visits sage grouse leks. *Am. Zool.*, 30: 263-270.
- BOYD, E. M. 1951. The external parasites of birds: a review. *Wilson Bull.*, 63: 363-369.
- BRAWNER, W. R. & HILL, G. E. 1999. Temporal variation in shedding of coccidial oocysts: implications for sexual-selection studies. *Can. J. Zool.*, 77: 347-350.
- BLANCHER, P. J. & ROBERTSON, R. J. 1985. Site consistency in Kingbird breeding performance. *J. Anim. Ecol.*, 54: 1017-1027.

- BRAWNER, W. R., HILL, G. E. & SUNDERMANN, C. A. 2000. Effects of coccidial and mycoplasmal infections on carotenoid-based plumage pigmentation in male House Finches. *Auk*, 117(4): 952-963.
- BROOKS, R. & ENDLER, J. A. 2001. Female guppies agree to differ: phenotypic and genetic variation in mate-choice behavior and the consequences for sexual selection. *Evolution*, 55: 1644-1655.
- BURGER, J. 1985. Habitat selection in temperate marsh-nesting birds. In: *Habitat selection in birds* (M. L. Cody ed.) Academic Press Inc., London, 558 pgs.
- CARVALHO, C. B. V. DE. 2002. *Biologia reprodutiva e ecologia comportamental de Volatinia jacarina (Aves: Emberizidae) em uma área de cerrado: um estudo utilizando marcadores moleculares microsátélites*. Tese de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- CARVALHO, C. V. B., MACEDO, R. H. F. & GRAVES, J. A. 2007. Reproduction of blue-black grassquits in Central Brazil. *Brazilian Journal of Biology*.
- CÓRDOBA-AGUILAR, A., SALAMANCA-OCAÑA, J. C. & LOPEZARAIZA, M. 2003. Female reproductive decisions and parasite burden in a calopterygid damselfly (Insecta: Odonata). *Anim. Behav.*, 66: 81-87.
- COSTA, F. J. V. & MACEDO, R. H. F. 2005. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *Anim. Behaviour* 70: 1401-1409.
- DARWIN, C. 1859. *Origem das espécies*. Editora Itatiaia, 2002, Belo Horizonte, MG, Brasil.

- DOUCET, S. M. & MONTGOMERIE, R. 2003. Structural plumage colour and parasites in satin bowerbirds *Ptilonorhynchus violaceus*: implications for sexual selection. *J. Avian Biol.*, 34: 237-242.
- DUCKWORTH, R. A., MENDONÇA, M. T. & HILL, G. E. 2001. The condition dependence of testosterone and its relation to coccidial infection in the house finch. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 268: 1-6.
- DUFVA, R. & ALLANDER, K. 1995. Intraspecific variation in plumage coloration reflects immune response in Great Tit (*Parus major*) males. *Functional Ecology*, 9: 785-789.
- FIGUEROLA, J., MUNOZ, E., GUTIERREZ, R. & FERRER, D. 1999. Blood parasites, leucocytes and plumage brightness in the Cirl Bunting, *Emberiza cirlus*. *Functional Ecology*, 13: 594-601.
- FISHER, R. A. 1930. The genetical theory of natural selection. Clarendon Press, Oxfors.
- In: J. R. Krebs & N. B. Davies (1996) *Introdução à ecologia comportamental*. Atheneu Editora, São Paulo, SP.
- FOLSTAD, I. & KARTER, A. J. 1992. Parasites, bright males and immunocompetence handicap. *Am. Naturalist*, 139: 603-622.
- FOREYT, W. J. 2005. *Parasitologia veterinária: manual de referência*. 5ª edição, Roca, São Paulo, Brasil.
- FRIEND, M. & FRANSON, C. 1999. *Manual of wildlife diseases*. Information and Technology Report, U. S. Fish and Wildlife Service. Washington, DC, United States of America.
- GADGIL, M. & BOSSERT, W. H. 1970. Life historical consequences of natural selection. *Am. Nat.*, 104: 1-24.

- GAUTHIER, G. 1990. Philopatry, nest-site fidelity, and reproductive performance in Buffleheads. *Auk*, 107: 126-132.
- GAVIN, T. A. & BOLLINGER, E. K. 1988. Reproductive correlates of breeding-site fidelity in Bobolinks (*Dolichonyx oryzivorus*). *Ecology*, 69: 96-103.
- GODIN, J. J., HERDMAN, E. J. E. & DUGATKIN, L. A. 2005. Social influences on female mate choice in guppy, *Poecilia reticulata*: generalized and repeatable trait-copying behaviour. *Anim. Behav.*, 69: 999-1005.
- GRIGGIO, M., VALERA, F., CASAS, A. & PILASTRO, A. 2005. Males prefer ornamented females: a field experiment of male choice in the rock sparrow. *Anim. Behaviour*, 69: 1243-1250.
- HADLEY, P. B. 1916. Coccidia in subepithelial infections of the intestines of birds. *Contribution*, 222: 73-78.
- HAMILTON, W. D. & ZUK, M. 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science*, 218: 384-386.
- HILL, G. E. & BRAUNER III, W. R. 1998. Melanin – based plumage coloration in the House Finch is unaffected by coccidial infection. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 265: 1105-1109.
- HILL, G. E., DOUCET, S. M. & BUCHHOLZ, R. 2005. The effect of coccidial infection on iridescent plumage coloration in wild turkeys. *Anim. Behaviour*, 69: 387-394.
- IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS) 1994. *Manual de anilhamento de aves silvestres*. 2ª edição, Brasília, DF, Brasil.

- JENNIONS, M. D. & PETRIE, M. 1997. Variation in mate choice and mating preferences: a review of causes and consequences. *Biol. Rev.*, 72: 283-327.
- KANEGAE, M. F. 2003. *Comparação dos padrões de ectoparasitismo em aves de cerrado e de mata de galeria do Distrito Federal*. Dissertação de mestrado do curso de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- KIRKPATRICK, M. & RYAN, M. J. 1991. The evolution of mating preferences and the paradox of the lek. *Nature*, 350: 33-38.
- KODRIC-BROWN, A. & NICOLETTO, P. F. 2001. Age and experience affect female choice in the guppy (*Poecilia reticulata*). *Am. Nat.*, 157: 316-323.
- KRAAIJEVELD, K., GREGURKE, J., HALL, C., KOMDEUR, J. & MULDER, R. A. 2004. Mutual ornamentation, sexual selection, and social dominance in black swan. *Behav. Ecol.*, 15(3): 380-389.
- LINDBERG, M. S. & SEDINGER, J. S. 1997. Ecological significance of brood-site fidelity in Black Brant: spatial, annual, and age-related variation. *Auk*, 115: 436-446.
- LOPEZ, S. 1999. Parasitized female guppies do not prefer showy males. *Behaviour*, 57: 1129-1134.
- LOYAU, A., JALME, M. S., CAGNIANT, C. & SORCI, G. 2005. Multiple sexual advertisements honestly reflect health status in peacocks (*Pavo cristatus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 58: 552-557.
- LOYE, J. E. & CARROL, P. 1998. Ectoparasite behavior and its effects on avian nest site selection. *Annals of the Entomological Society of America*, 91(2):159-163.

- LYNCH, K. S., RAND, S., RYAN, M. J. & WILCZYNSKI, W. 2005. Plasticity in female mate choice associated with changing reproductive states. *Anim. Behav.*, 69: 689-699.
- MACDOUGALL-SHACKLETON, E. A., DERRYBERRY, E. P. & HAHN, T. P. 2002. Nonlocal male mountain white-crowned sparrows have lower paternity and higher parasite loads than males singing local dialect. *Behav. Ecol.*, 13: 682-689.
- MARGOLIS, L., ESCH, G. W., HOLMES, J. C., KURIS, A. M. & SCHAD, G. A. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Jour. of Parasitol.*, 68(1): 131-133.
- MARINI, M. Â. & COUTO, D. 1997. Correlações ecológicas entre ectoparasitas e aves de florestas de Minas Gerais. In: L. L. Leite & C. H. Saito (ed.) *Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado – Trabalhos selecionados do 3° Congresso de Ecologia do Brasil (Brasília 6-11/10/96)*. Brasília, Universidade de Brasília, 1997.
- MARINI, M. Â., B. REINERT, L., BORNSCHEIN, M. R., PINTO, J. C. & PICHORIM, M. A. 1996. Ecological correlates of ectoparasitism on Atlantic Forest birds, Brazil. *Ararajuba*, 4(2): 93-102.
- MARTIN, T. E. 1995. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food. *Ecol. Monogra.*, 65: 101-127.
- MØLLER, A. P. 1991. Parasites, sexual ornaments, and mate choice in the barn swallow. In: *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour* (Ed. by E. Loye & M. Zuk.). Oxford ornithology series. Oxford University Press, New York.
- MØLLER, A. P., CHRISTE, P. & LUX, E. 1999. Parasitism, host immune function, and sexual selection. *The Quart. Rev. of Biolo.*, 74(1): 3-20.

- MURRAY JR., B. G. 1982. Territorial behavior of the Blue-black grassquit. *Condor*, 84: 119.
- NEVES, D. P., DE MELO, A. L., GENARO, O. & LINARD, P. M. 1995. *Parasitologia humana*. Editora Atheneu, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- NEWTON, I. 1989. *Lifetime reproduction in birds*. London, Ed: Academic Press.
- NICOLETTO, P. F. 1995. Offspring quality and female choice in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Anim. Behav.*, 49: 377-387.
- ONIKI, Y. & WILLIS, E. O. 1993. Pesos, medidas, mudas, temperaturas cloacais e ectoparasitas de aves da Reserva Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. *Boletim CEO*, 9: 2-10.
- PEREIRA, L. E., SOUZA, L. T. M., COIMBRA, T. L. M., ROCCO, I. M., NASSAR, E. S. & SOUZA, D. M. 1992. Studies on wild birds from the region of the Atlantic Forest, Brazil. *Ciência e Cultura*, 44: 167-171.
- PIANKA, E. R. 1994. *Evolutionary ecology*. Fifth Edition, HarperCollins College Publishers, New York, United States of America.
- POCKLINGTON, R. & DILL, L. M. 1995. Predation on females or males: who pays for bright male traits? *Anim. Behav.*, 49: 1122-1124.
- POLAK, M. & MARKOW, T. A. 1995. Effect of ectoparasitic mites on sexual selection in a sonoran desert fruit fly. *Evolution*, 49: 660-669.
- POULIN, R. 1994. Mate choice decisions by parasitized female upland bullies, *Gobiomorphus breviceps*. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 256: 183-187.
- POULIN, R. 1995. Phylogeny, ecology and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecol. Monog.*, 65(3): 283-302.

- POULIN, R. & VICKERY, W. L. 1996. Parasite-mediated selection: just how choosy are parasitized females? *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 38: 43-49.
- PRICE, P. W. 1980. *Evolutionary biology of parasites*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- PROCTOR, H. & OWENS, I. 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trends in Ecol. and Evo.*, 15(9): 358-364.
- PRUETT-JONES, S. G., PRUETT-JONES, M. A. & JONES, H. I. 1990. Parasites and sexual selection in birds of paradise. *Amer. Zool.*, 30: 287-298.
- RABUFFETTI, F. & REBOREDA, J. C. 2000. Efecto de la infestación con moscas del género *Philornis* (Muscidae, Díptera) sobre el éxito reproductivo de *Mimus saturninus* (Mimidae) em la Provincia de Buenos Aires, Argentina. VIII Congresso Brasileiro de Ornitologia: 321-322.
- RICKLEFS, R. E. 1989. Nest predation and the species diversity of birds. *TREE.*, 4: 184-186.
- RODA, S. A. & DE FARIAS, Â. M. I. 1999. Ácaros plumícolas em aves Passeriformes da Zona da Mata Norte de Pernambuco, Brasil. *Revi. Brasil. de Zool.*, 16(3): 879-886.
- RODRIGUEIRO, M. S., VILARDI, J. C., VERA, M. T., CAYOL, J. P. & RIAL, E. 2002. Morphometric traits and sexual selection in medfly (Díptera: Tephritidae) under field cage conditions. *Florida Entomologist*, 85: 143-149.
- ROJAS, R., MARINI, M. Â. & COUTINHO, M. T. Z. 1999. Wild birds as hosts of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae). *Mem. do Insti. Oswa. Cruz, Rio de Janeiro*, 94(3): 315-322.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

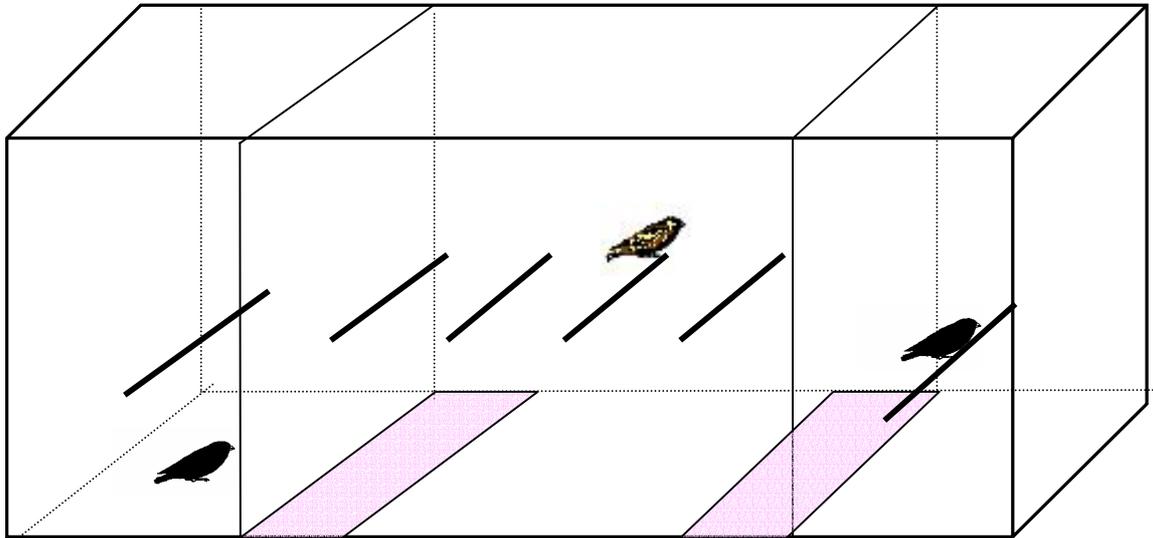
- SIITARI, H., HONKAVAARA, J., HUHTA, E. & VIITALA, J. 2002. Ultraviolet reflection and female mate choice in pied flycatcher, *Ficedula hypoleuca*. *Anim. Behaviour*, 63: 97-102.
- SLOSS, M. W., KEMP, R. L. & ZAJAC, A. M. 1999. *Parasitologia clínica veterinária*. Sexta edição, Editora Manole Ltda., São Paulo, Brasil.
- STATSOFT, INC. 2001. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc.
- STOEHR, A. M. & HILL, G. E. 2001. The effects of elevated testosterone on plumage hue in male House Finches. *J. Avian Biol.*, 32: 153-158.
- TORRES, R. & VELANDO, A. 2003. A dynamic trait affects continuous pair assessment in the blue-footed booby, *Sula nebouxii*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 55: 65-72.
- UHAZY, L. S. & ARENDT, W. J. 1986. Pathogenesis associated with philornid myiasis (Diptera: Muscidae) on nestling pearly-eyed thrashers (Aves: Mimidae) in the Luquillo rain forest, Puerto Rico. *J. Wild. Diseases.*, 22: 224-237.
- UY, J. A. C., PATRICELLI, G. L. & BORGIA, G. 2001. Complex mate searching in the Satin Bowerbird *Ptilonorhynchus violaceus*. *Am. Nat.*, 158: 530-542.
- WEBBER, T. 1985. Songs, displays, and other behavior at a courtship gathering of Blue-black Grassquits. *Condor*, 87: 543-546.
- WESTCOTT, D. 1992. Inter- and intra-sexual selection: the role of song in a lek mating system. *Anim. Behaviour*, 44: 695-703.
- YOO, J. 1994. Clutch-size in birds: a window of evolution? *Korean Journal of Ornithology*, 1, 105-113.
- ZAHAVI, A. 1975. Mate selection – a selection for a handicap. *Journal of theoretical biology*, 53: 205-214.

- ZUK, M. 1988. Parasite load, body size, and age of wild-caught male field crickets (Orthoptera: Gryllidae): effects on sexual selection. *Evolution*, 42: 969-976.
- ZUK, M. 1991. Parasites and bright birds: new data and a new prediction. In: E. Loye & M. Zuk (ed.) *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour*. Oxford Ornithology Series. Oxford University Press, New York.
- ZUK, M. 1996. Disease, endocrine – immune interactions, and sexual selection. *Ecology*, 77: 1037-1042.

Legendas das Figuras

Figura 1. Esquema gráfico do viveiro experimental utilizado nos testes de escolha. Nos compartimentos das extremidades eram colocados os machos e no compartimento central a fêmea. A área sombreada corresponde a área de escolha das fêmeas.

Fig. 1



ABSTRACT

Parasitism is a relationship between organisms, where one side reaps all the benefits. Birds exhibit several endo- and ectoparasites. The Hamilton-Zuk (1982) hypothesis suggests that the expression of secondary sexual traits in males is associated with parasite resistance, that this resistance is hereditary, and may thus be influenced by sexual selection. Thus, females potentially can use these male honest signals concerning their genetic resistance to parasites. Since the Hamilton-Zuk hypothesis was proposed, several studies have shown the negative effect of parasites upon male ornamentation. However, some studies have not substantiated this hypothesis. Few studies have focused upon the impact of parasitism upon females, which could presumably influence body condition, reproductive success and the expression of male choice.

In addition to mate choice, another important component of reproductive success in birds is that of nest success. Reproductive success is influenced by several environmental characteristics, and within this context, habitats and the nest site selection are two important factors.

The first objective of this study was to evaluate the influence of parasitism in sexual selection of *Volatinia jacarina* in captivity, by testing the following hypotheses: (1) healthy males will differ from parasitized males through time in their morphology and in the expression of secondary sexual characteristics (ornaments and behavioral displays); (2) females will prefer healthy males; (3) parasitized females will exhibit an inferior body condition in comparison to healthy females; (4) in field conditions, parasitized males and females will exhibit an inferior body condition when compared to healthy individuals; and

(5) in field conditions, parasitized males will exhibit inferior secondary sexual characteristics when compared to healthy males. This study also evaluated reproductive success under natural conditions, with the following objectives: (1) to describe the reproductive biology and nesting hábitat of the blue-black grassquit; (2) to evaluate whether there is a difference between the actual nest site and other sites within an individual's territory; and (3) to evaluate if successful nest sites differ from unsuccessful ones relative to hábitat variables.

In order to test hypotheses (1) to (3) concerning sexual selection, birds were captured in the reproductive seasons of 2003-2004 and 2004-2005 in the Darcy Ribeiro campus of the University of Brasília, Brasília, Brazil. The birds were maintained in captivity for five months, while divided into two groups: healthy individuals (these received antiparasitic medication) and parasitized individuals (which received no medication). During captivity secondary sexual characteristics of males, and body condition of both males and females were evaluated monthly. The intensity of ecto- and endoparasites of all individuals was also evaluated monthly. Choice tests were carried out by using pair of males composed by healthy and parasitized males. In order to test hypothesis (4) and (5) 293 individuals were captured in the Fazenda Água Limpa study area in Brasília, Brazil. These individuals were evaluated for endo- and ectoparasites, body condition, and in males, secondary sexual characteristics. The study of reproductive success relative to hábitat variables occurred during two reproductive seasons and two areas. In 2003-2004 the work occurred in the Darcy Ribeiro campus within the the city of Brasília, and in 2004-2005 the study occurred in Fazenda Água Limpa, distant from the city. Nests were monitored, offspring were banded and reproductive success was registered. After the

offspring abandoned the nest, the nesting site and more four more sites within the individual's territory were evaluated for their vegetation and other characteristics.

Results show differences between parasitized and healthy males through time. Healthy males exhibited better body condition and ornaments. Females, however, did not show a preference for healthy males. For females, however, no differences in body condition were revealed between individuals in the parasitized versus healthy group. In the field, no correlation was found between parasite load and body condition and ornaments. As for the study concerning nesting site selection, results indicated that the birds select structurally complex areas for nest construction, and that successful nests were farther apart from neighboring nests when compared to unsuccessful nests.

This study shows that parasites affected the body conditions and secondary sexual characteristics of blue-black grassquits. Females do not express a choice favoring healthier males, but this may not necessarily indicate a lack of discriminative ability. Other explanations for this lack of choice may be that they use other male characteristics (not evaluated in this study) which are applied under field conditions. Females also are not affected by parasites in terms of their body condition. One speculation is that, because they do not have high levels of testosterone concentrations, which leads to immunosuppression, they are more parasite resistant as compared to males. The results in the field were different from those in captive conditions. In wild populations it may be difficult to detect the influence of parasites because information about the persistence of parasitism is not available.

CAPÍTULO I

O impacto de parasitas sobre ornamentos, morfologia e comportamento de *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae)

Resumo

A hipótese de Hamilton e Zuk (1982) sugere que a expressão de certas características de machos estaria associada à resistência destes a parasitas, e que esta resistência seria uma característica hereditária, portanto sujeita à seleção natural, desta forma, fêmeas poderiam utilizar características de machos como indicações honestas de uma resistência genética ao parasitismo. Desde que esta hipótese foi proposta, muitos estudos têm demonstrado um impacto negativo dos parasitas sobre ornamentos, escolha de parceiros e sucesso reprodutivo, porém, nem todos os estudos corroboram esta correlação. O objetivo deste estudo foi verificar o impacto do parasitismo sobre caracteres morfológicos e comportamentais de tizius (*V. jacarina*) machos em cativeiro. Para isso, as aves foram capturadas nas estações reprodutivas de 2003-2004 e 2004-2005, e mantidas em cativeiro por cinco meses, durante os quais foram divididas em dois grupos: aves não tratadas onde o nível de parasitismo por coccídeos permaneceu alto, e tratadas e mantidas livres de coccídeos. Neste período, foram avaliadas as características sexuais secundárias, a condição corporal e as taxas de display de machos parasitados e não parasitados. Os machos de cada

grupo (parasitados e não parasitados) variaram significativamente ao longo do tempo nos tamanhos da asa, cauda, na relação peso/tarso, na plumagem, no incremento de plumagem e no número de ectoparasitas. A comparação entre machos parasitados e os não parasitados revelou diferenças significativas quanto ao tamanho da asa, cauda, relação peso/ tarso, incremento de plumagem e número de coccídeos. Foi encontrada uma correlação significativa entre o tratamento experimental a plumagem e a relação peso/ tarso. Os machos não parasitados foram mais persistentes e apresentaram maior taxa de execução de seus displays. O estudo demonstrou que parasitas afetam a condição corporal e os caracteres sexuais secundários de machos de tiziu e esta influência se deu ao longo do tempo e entre os tratamentos.

INTRODUÇÃO

Darwin (1859) nos apresentou a teoria de que a seleção natural promove a manutenção de características que asseguram a sobrevivência e fecundidade dos indivíduos. Desde então, pesquisadores têm verificado a importância do papel de ornamentos (Andersson 1982; Rodriguez *et al.* 2002; Siitari *et al.* 2002) e outros displays comportamentais (Loyau *et al.* 2005) na seleção de parceiros entre vários grupos de animais (Westcott 1992; Torres & Velando 2003; Kraaijeveld *et al.* 2004; Griggio *et al.* 2005). Estes ornamentos e displays comportamentais sinalizariam a qualidade do parceiro e poderiam representar um ganho em sucesso reprodutivo para a prole (Fisher 1930) ou um ganho em termos de bons genes, que garantiriam a sobrevivência da prole (Zahavi 1975). Neste contexto, Hamilton e Zuk (1982) propuseram a hipótese de que estes ornamentos e

displays comportamentais seriam indicadores confiáveis da resistência genética destes indivíduos a doenças e parasitas. Desde então, têm se verificado o efeito do parasitismo sobre ornamentos (Zuk 1991; Hill & Brawner III 1998; Brawner *et al.* 2000; Doucet & Montgomerie 2003; Hill *et al.* 2005), displays comportamentais (Loyau *et al.* 2005) e sobre a escolha de parceiros (Zuk 1988; Møller 1991; Polak & Markow 1995; MacDougall-Shackleton *et al.* 2002; Borgia *et al.* 2004).

Porém, existem também muitos estudos que não comprovam o impacto do parasitismo sobre a seleção sexual (Read & Harvey 1989; Kirkpatrick *et al.* 1991; Weatherhead *et al.* 1991; Gravin & Remsen 1997; Walther *et al.* 1999). Também não há evidência de que, quando as fêmeas escolhem determinadas características nos machos, estão realmente escolhendo estas porque as mesmas seriam indicativas da ausência de parasitas (Wagner *et al.* 1997; Møller *et al.* 1999).

As aves podem abrigar uma grande variedade e número de ectoparasitas. Entre os insetos estão piolhos (Mallophaga), pulgas (Siphonaptera), assim como dípteros (Hippoboscidae, Culicidae, Simuliidae e Muscidae). Entre os Arachnida que infestam aves, estão carrapatos Ixodidae e Argasidae e certos ácaros (Boyd 1951). Entre os endoparasitas de aves, um dos mais comuns é o coccídeo (especialmente dos gêneros *Eimeria* e *Isospora*). Coccídeos usualmente invadem o trato intestinal das aves (Hadley 1916), mas podem contaminar fígado e rins (Friend & Franson 1999) e as aves severamente infectadas morrem rapidamente. Outros endoparasitas comumente encontrados em aves são os ascarídeos e os cestódeos. Os primeiros podem causar diarreias e anemias, enquanto os segundos são mais nocivos durante a fase de desenvolvimento das aves (Friend & Franson 1999; Foreyt 2005). Entre os hemoparasitas mais comuns, se encontram os protozoários *Plasmodium* e *Haemoproteus* (Sloss *et al.* 1999). Estudos indicam a influência destes

hemoparasitas na seleção sexual por meio de alterações na plumagem (Hamilton & Zuk 1982; Boyce 1990; Pruett-Jones *et al.* 1990; Kirkpatrick & Ryan 1991). Espécies de *Plasmodium* e *Leucocytozoon* (outro hemoparasita comum em aves da América do Norte) são capazes de causar anemia severa, perda de peso e morte em aves susceptíveis. Já as espécies de *Haemoproteus* são menos patogênicas, com apenas alguns casos esparsos de registros de mortalidade natural em aves silvestres (Atkinson & Riper III 1991; Atkinson 1999; Friend & Frason 1999).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o impacto do parasitismo sobre a expressão de características secundárias sexuais, morfológicas e sobre a saúde de tizius (*V. jacarina*) machos. Machos fora do período reprodutivo, fêmeas e imaturos de tizius, apresentam uma coloração parda, com áreas inferiores esbranquiçadas. Porém, durante o período reprodutivo, o macho adquire uma plumagem nupcial, brilhante e negro azulada, com manchas axilares brancas. Vivem em vegetações abertas, de formações primárias e secundárias (Sick 1997). O período reprodutivo é entre novembro e abril, no Distrito Federal, sendo que em novembro marcam seus territórios, vocalizam e executam displays (Antas & Cavalcanti 1998; Almeida & Macedo 2001). Estes displays são caracterizados por saltos, executados verticalmente, com auxílio das asas, onde é possível observar as manchas axilares brancas. Estes saltos podem ou não ser acompanhados da vocalização “t-i-z-i-u” (Alderton 1963). Formam casais socialmente monogâmicos, com o macho auxiliando no cuidado parental (Carvalho 1957, Marcondes-Machado 1988), porém, no Distrito Federal, foi verificada uma taxa de cópulas extrapar em torno de 50% para esta espécie (Carvalho 2002).

Para avaliar o impacto de parasitas sobre os tizius, foi executada uma manipulação em cativeiro com dois grupos de machos, sendo um grupo infectado por parasitas e o outro

livre de parasitas. A hipótese de trabalho é de que machos tratados e mantidos livres de parasitas irão diferir, ao longo do tempo, dos machos parasitados quanto à manifestação de caracteres sexuais secundários (inclusive de display comportamental), como também em características referentes à morfologia de forma geral.

MATERIAL E MÉTODOS

Um total de 78 machos e 48 fêmeas foram capturados no campus Darcy Ribeiro, da Universidade de Brasília (15°46'S, 47°52'W) nos meses de novembro 2003 a abril de 2004 e novembro de 2004 a abril de 2005. Dos machos, 58 foram inicialmente triados para verificar a condição parasitária. Algumas aves foram separadas para utilização em outro experimento, e algumas morreram ou fugiram ao longo do período de cinco meses de duração do experimento. Os resultados da manipulação experimental aqui apresentados referem-se a 45 machos e 29 fêmeas. Ao serem capturados, todos os indivíduos foram marcados com anilhas metálicas fornecidas pelo CEMAVE. Os 45 machos foram avaliados quanto a características morfológicas e, dentre esses, 40 foram utilizados em testes de escolha, permitindo avaliações dos displays comportamentais ao longo do experimento (detalhamento abaixo).

A condição inicial de parasitismo dos indivíduos foi verificada, e a cada mês essa avaliação foi repetida para todos os machos e fêmeas. Os ectoparasitas foram avaliados: (1) no caso dos piolhos adultos, por meio de inspeção das penas das asas e caudas contra a luz, sendo os parasitas contados com o auxílio de uma pequena lupa; e (2) no caso dos carrapatos, pelo exame de todo o corpo da ave, entre as penas. Alguns parasitas

encontrados foram coletados com uma pinça e conservados em álcool 70% (Kanegae 2003) para posterior identificação. Os ectoparasitas também foram analisados quanto à presença na parte branca ou escura da asa, a fim de se verificar se havia uma preferência pelas partes claras (mais fáceis de serem consumidas pelos piolhos) em comparação as partes escuras das asas. Os endoparasitas foram avaliados por meio da coleta de fezes e sangue. A coleta de fezes deu-se após as 14:00 hs porque existe indicação, em outros estudos com aves, de que no período da tarde ocorre uma maior liberação de oocistos nas fezes (Brawner & Hill 1999). As fezes frescas foram coletadas dos indivíduos isolados, acondicionadas em eppendorfs com água e homogeneizadas, depois colocadas para sedimentar. Foram conservadas em geladeira até o momento da análise (Foreyt 1995; Sloss *et al.* 1999). As análises foram realizadas em microscópio óptico, onde uma alíquota da amostra era colocada em uma lâmina e corada com lugol. Em seguida, era coberta por lamínula que tinha sua área examinada e o número de cistos e ovos encontrados registrados. Este procedimento foi realizado três vezes, para cada amostra, e o grau de parasitismo foi determinado pela média dos valores obtidos nas três lâminas. O método de sedimentação foi utilizado porque os métodos de flutuação não permitem a visualização de alguns ovos de trematóides e cestóides (Sloss *et al.* 1999).

Para a avaliação da presença e abundância de hemoparasitas, amostras de sangue eram retiradas do tarso das aves por meio de uma lanceta descartável. Com essa amostra era feito um esfregaço sangüíneo que era fixado com metanol e corado com GIEMSA (Foreyt 1995; Sloss *et al.* 1999). Procedia-se então às análises em microscópio óptico, com lente de imersão e aumento de 1000X. Cem campos ópticos eram percorridos em cada lâmina (cerca de 10.000 hemácias), evitando-se campos não corados e com artefatos da preparação.

A prevalência do parasitismo (expressa em %) é determinada pelo número de indivíduos da espécie do hospedeiro infectada com uma espécie particular de parasita, dividido pelo número de hospedeiros examinados. A intensidade individual do parasitismo é determinada pelo número de indivíduos de determinado parasita, encontrados em cada hospedeiro. Já a intensidade média, é o número total de parasitas de uma dada espécie, dividido pelo número total de indivíduos na amostra infectados por aquele parasita ou simplesmente, a média aritmética da intensidade individual (Margolis *et al.* 1982). A prevalência foi calculada apenas no momento inicial de captura, para verificar o estado natural de parasitismo dos tizius na área de estudo. Para as re-avaliações mensais de taxas de parasitismo foram considerados os valores de intensidade do parasitismo, ou seja, o número de indivíduos de diferentes espécies de parasita por ave.

Após a constatação das taxas iniciais de parasitismo, machos e fêmeas foram divididos de forma aleatória em dois grupos: não tratados contra parasitas (20 machos e 8 fêmeas) e tratados contra parasitas (20 machos e 8 fêmeas). Os indivíduos do grupo tratado receberam tratamento para parasitas à base de coccidioestático (sulfametoxazol e trimetoprim), vermífugo (mebendazol) e talco inseticida. O tratamento foi mantido ao longo de todo o experimento (cinco meses), sendo que os medicamentos eram administrados com uma periodicidade mensal, segundo indicações dos fabricantes. Os indivíduos do grupo parasitado (não tratado) não receberam tratamento algum. Todas as aves recebiam rações com vários tipos de painço, alguns outros grãos como alpiste, “farinhada” (fubá, milho e outros minerais), areia esterilizada e água com polivitamínicos em regime *ad libitum*. Os recipientes de alimento e água eram amplos e distribuídos em várias posições e alturas dentro dos viveiros. Estes recipientes eram lavados em dias

alternados e os viveiros eram limpos uma vez por mês, quando os indivíduos eram retirados do viveiro para que se efetuasse a limpeza.

A avaliação das medidas morfométricas e de características sexuais secundárias foi repetida mensalmente para todos os animais em cativeiro. Os animais foram pesados e medidos (comprimento da asa, cauda, tarso e narina) com auxílio de dinamômetro e paquímetro (IBAMA 1994). Três medidas relativas à plumagem foram tomadas. Primeiramente, a plumagem dos machos foi avaliada, sempre pelo mesmo pesquisador, sob as mesmas condições de iluminação, pela estimativa da porcentagem do corpo coberta pela plumagem nupcial (negro azulada), que podia variar de 0 a 100%. Além do valor absoluto relativo à cobertura por penas negras, também foi avaliado o incremento de penas negras novas na plumagem entre cada avaliação. Ou seja, esta segunda medida considerava apenas a porcentagem adquirida de plumagem negra desde a última avaliação. Essa avaliação foi incluída porque a muda da plumagem nupcial não ocorreu de forma similar entre todos os machos e a medida absoluta da plumagem não permitia verificar a velocidade desta troca. Finalmente, a plumagem também foi avaliada considerando-se o tamanho da mancha branca na parte inferior das asas relativo à medida do tamanho total da asa. Para obter esses valores as asas eram levemente pressionadas contra transparências, e os contornos das asas e das manchas eram desenhados (Costa & Macedo 2005). Estes contornos foram digitalizados e as áreas da mancha e da asa foram calculadas através do programa Autocad (Autodesk 1997).

A performance comportamental dos machos foi avaliada durante o período do estudo. Ao longo dos cinco meses machos e fêmeas eram revezados em experimentos de escolha, permitindo assim o acompanhamento de aspectos comportamentais ligados à corte. Os testes de escolha consistiam em se exibir uma dupla de machos (com um indivíduo

tratado e outro não tratado contra parasitas) a fêmeas em um viveiro experimental com três compartimentos (Figura 1). Nos compartimentos das extremidades eram colocados os machos e no compartimento central a fêmea. Durante os experimentos (divididos em duas partes de uma hora cada), permitia-se a visualização destes machos e da fêmea, de forma que estes pudessem se exhibir para a fêmea e que a mesma pudesse avaliar a performance dos machos. A escolha da fêmea era determinada pelo tempo em que ela permanecia com determinado macho. Nenhuma dupla foi exibida mais do que uma vez a uma fêmea. As características avaliadas para cada macho incluíram: taxas de salto (duas taxas: x/y e $x/60$), tempo saltando (y), altura dos saltos e persistência. Nas variáveis taxas de salto (x/y e $x/60$) e tempo saltando (y), o “x” representa o número de saltos executados e “y” o tempo total de minutos, dentro do período de observação (60 min), em que algum salto ocorreu. Por exemplo, se o macho saltou no primeiro, quinto e nono minutos do experimento, independentemente do número de saltos que executou, o tempo saltando do macho seria três minutos. O uso das duas medidas de taxa de salto reflete o fato de que os machos executam seus displays em períodos discretos de atividade e não de forma contínua e homogênea ao longo do tempo. Já a persistência reflete qualquer atividade direcionada à fêmea, que pode incluir o display do salto, assim como, deslocamentos frente ao vidro, emitindo chamados, pequenos saltitos (<20 cm), dança (abre e fecha asas, balança cauda) etc.

Análises Estatísticas

Os parâmetros quantificados estão descritos por meio da média \pm erro padrão. As médias apresentadas se referem a média dos indivíduos ao longo dos cinco meses de

estudo. Para avaliar a alteração das características morfométricas ao longo do período de estudo foi utilizada uma ANOVA de medidas repetidas, com o tratamento experimental de parasitismo dos dois grupos como fator. Também foram utilizadas correlações de Spearman para avaliar a correlação das modificações dos parâmetros morfométricos ao longo do tempo nos dois grupos de aves. Para examinar as diferenças comportamentais no display entre aves infectadas por parasitas e as saudáveis (tratadas para parasitas), foi utilizado teste *t* student, e para a comparação da abundância de Mallophaga nas partes brancas e escuras das penas das asas foi utilizado um teste *t* student pareado. Para todos os testes consideramos a probabilidade de significância de $p < 0.05$. As análises foram realizadas no pacote estatístico Statistica 6.0 (StatSoft 2001).

RESULTADOS

Os únicos ectoparasitas registrados foram os piolhos mastigadores (Mallophaga), que infectavam 50% dos machos a uma intensidade média de $39,8 \pm 10,0$ ($N = 29$; Tabela 1). Nesse período pré-experimental, 72% dos indivíduos apresentavam coccídeos, com uma intensidade média de $398,8 \pm 27,7$ ($N = 38$). Apenas em dois indivíduos foi registrada a presença de um hemoparasita, já no período de experimentação (por isso a ausência deste valor na Tabela 1), com a intensidade média de 1 ± 0 ($N = 2$).

Após um mês de manipulação experimental, os níveis de ectoparasitas encontravam-se bastante reduzidos para ambos os grupos, enquanto que para os coccídeos já ocorria uma nítida diferença (Fig. 2a): para o grupo infectado a média de oocistos excretados no final do primeiro mês foi de $178,5 \pm 25,1$ ($N = 21$) e no grupo tratado foi de

$70,5 \pm 17,7$ ($N = 24$). Ao longo do período restante do experimento o nível de ectoparasitas permaneceu baixo e equivalente para os dois grupos de aves. Comprovou-se o sucesso da manipulação experimental, pois para os níveis de coccídeos o grupo tratado manteve uma taxa equivalente a zero, enquanto que no grupo infectado os níveis de oocistos excretados oscilaram em patamares bem mais elevados, chegando a um pico no quinto mês, com uma média de intensidade de $886,4 \pm 33,1$ ($N = 19$).

Uma análise separada da ocorrência de Mallophaga na parte escura da asa versus na mancha branca não revelou diferenças significativas na distribuição destes parasitas (parte escura: $22,8 \pm 9,4$ ($N = 43$); mancha branca: $9,5 \pm 4,3$ ($N = 43$) ($t_{34} = 1,28$, $p = 0,20$).

De uma forma geral, a média global (de todos os meses de estudo) dos parâmetros morfológicos do grupo tratado e não tratado foi diferente (Tabela 2). Estas diferenças também foram verificadas por meio da ANOVA. Quando foram consideradas as variações morfológicas apenas entre os tratamentos, os dois grupos foram significativamente diferentes ($F = 7,97$, $p < 0,005$, $gl_{efeito} = 10$; $gl_{erro} = 191$). Quando se considerou as variações morfológicas ao longo do período de estudo, os dois grupos também foram significativamente diferentes ($F = 4,43$, $p < 0,005$; $gl_{efeito} = 40$; $gl_{erro} = 726$). Porém, quando se considerou em conjunto o efeito do tempo e do tratamento sobre as características morfológicas, os dois tratamentos não foram significativamente diferentes ($F = 0,90$, $p = 0,65$; $gl_{efeito} = 40$; $gl_{erro} = 726$). Dentro da ANOVA, as variáveis morfológicas que variaram significativamente ao longo do tempo e entre os tratamentos foram asa, cauda, peso/tarso e incremento de plumagem. Já a variável intensidade de coccídeos variou apenas entre os tratamentos, o que demonstra que a manipulação teve o efeito desejável de manter e aumentar o nível de parasitas no grupo não tratado e de diminuir o nível de parasitas no grupo de indivíduos tratados. As variáveis plumagem e intensidade de ectoparasitas

variaram apenas ao longo do tempo, mas não variaram entre os tratamentos (Tabela 3, Fig. 2b). Correlações de Spearman entre as variáveis morfométricas e o tempo foram realizadas separadamente para os dois grupos de aves. Para os machos saudáveis foram encontradas correlações significativas entre tempo e as variáveis asa, cauda, peso/tarso, plumagem, incremento de plumagem, intensidade de ectoparasitas e relação mancha/asa ($r_s = -0,20$, $p = 0,03$; Fig. 2a e b). Para os machos parasitados, foram significativas as correlações entre tempo e as variáveis cauda, peso/tarso, plumagem, incremento de plumagem (Fig. 2b) e intensidade de ectoparasitas (Fig. 2a).

Um total de 330 horas de observação ocorreu no contexto dos experimentos de escolha por fêmeas. Nestes experimentos, quatro das cinco variáveis examinadas (persistência, tempo de saltos, taxa x/y e altura dos saltos) tiveram valores significativamente maiores para os machos saudáveis (tratados contra parasitas) (Fig. 3). No Anexo 1 encontram-se os valores dos displays (médias mensais) executados pelos machos ao longo do período de estudo.

DISCUSSÃO

A hipótese de Hamilton e Zuk (1982) sugere que ornamentos seriam um sinal confiável da resistência de indivíduos a doenças. Para que se comprove tal hipótese, é necessário verificar três diferentes predições. Primeiramente, de que parasitas realmente tem um efeito negativo sobre caracteres sexuais secundários de seus hospedeiros. Em segundo lugar, de que hospedeiros e parasitas encontram-se em uma “corrida armamentista”, através da evolução de características de resistência por parte do hospedeiro

e de patogenicidade nos seus parasitas, e que a resistência pode ser geneticamente transmitida à prole do hospedeiro. Finalmente, que fêmeas se serviriam das características sexuais secundárias para avaliar as condições de resistência genética a parasitas dos machos, favorecendo no acasalamento aqueles que exibem características mais exuberantes.

Este estudo examinou a primeira predição da hipótese, e demonstrou de forma clara que endoparasitas coccídeos, em condições de cativeiro, podem induzir modificações em vários aspectos morfológicos e ornamentais de tizius machos, além de comportamentos envolvidos na cômte. De forma geral, todas as características avaliadas no experimento tiveram uma modificação positiva ao longo do tempo, tanto para machos parasitados quanto para os saudáveis. Isso provavelmente reflete o fato de que, em cativeiro, mesmo os machos parasitados estavam em um ambiente favorável em termos de alimentação e custos energéticos. No entanto, considerando-se as diferenças entre os dois grupos experimentais, os machos parasitados exibiram valores significativamente menores quando comparados aos machos saudáveis, no índice peso/tarso, comprimento da asa e da cauda (no caso da cauda, os valores refletem um maior desgaste das penas devido a maior atividade dos machos tratados), e incremento da plumagem ao longo do tempo. Dentre as características morfológicas, algumas refletem simplesmente a condição de saúde do macho e, portanto esperava-se encontrar um efeito deletério dos parasitas.

Coccídeos podem causar sérios danos no intestino, provocando lesões nas células responsáveis pela absorção de nutrientes, o que resulta na interrupção da absorção de nutrientes, causando desidratação, anemia, diarreia e um aumento na susceptibilidade a agentes de outras doenças (Hadley 1916; Musaev *et al.* 1998; Friend & Franson 1999).

Portanto, os machos infectados por parasitas no experimento provavelmente tiveram sua capacidade de crescimento reduzida.

Outro aspecto que deve ser salientado é de que, ao serem capturadas, aproximadamente 50% das aves estavam infectadas por ectoparasitas em intensidade relativamente baixa. Essas taxas caíram drasticamente nos machos em cativeiro, tanto aqueles tratados quanto os não-tratados. Portanto, o ambiente do cativeiro em si conduz a uma eliminação de ectoparasitas, uma vez que não houve a possibilidade de contato entre os grupos tratado e não tratado, o que poderia ter permitido o contato de indivíduos do grupo não tratado com o talco inseticida. Provavelmente, para manutenção da contaminação por ectoparasitas em cativeiro seja necessário a introdução de uma fonte perene de contaminação, que não ocorreu neste estudo. Também não se verificou uma preferência dos Mallophaga pelas regiões brancas das penas (mais fáceis de serem “consumidas”, pela menor quantidade de melanina). Este resultado foi contrário ao registrado por Kose *et al.* 1999, onde indivíduos de *Hirundo rustica* (a “andorinha-dos-beirais), tiveram uma maior prevalência de Mallophaga nas partes brancas das penas da cauda, do que nas partes negras ou enegrecidas artificialmente. O número médio de Mallophaga entre as penas brancas e as penas negras das asas dos tizius não foi significativamente diferente.

Os coccídeos estavam presentes em 72% das aves recém-capturadas, e com uma intensidade mais acentuada do que a encontrada para ectoparasitas. O tratamento com medicamentos apropriados manteve a infecção a níveis muito baixos no grupo tratado, enquanto que o grupo não tratado persistiu com uma alta intensidade de parasitas durante os cinco meses do experimento. Os resultados demonstram que na ausência de parasitas,

indivíduos foram capazes de expressar de forma otimizada vários aspectos morfológicos, além de com maior exuberância, vários ornamentos e comportamentos de corte.

Na literatura existem indicações de que infecções por coccídeos podem afetar de forma negativa a expressão de plumagem ornamental com base em carotenóides (e.g., tentilhões domésticos *Carpodacus mexicanus*: Hill & Brawner III 1998, Brawner *et al.* 2000; pintassilgos americanos *Carduelis tristis*: McGraw & Hill 2000; verdilhões *Carduelis chloris*: Hõrak *et al.* 2004; perus *Meleagris gallopavo*: Hill *et al.* 2005). Muitos estudos têm também demonstrado que a exuberância da cor avermelhada ou laranja, o brilho, intensidade da cor e tamanho dos ornamentos, são características que afetam a escolha efetuada por fêmeas (Hill 1990, Norris 1990; Sætre *et al.* 1994; Mateos & Carranza 1995; Collins & Cate 1996; Hill *et al.* 1999a; Hill *et al.* 1999b).

Existem menos evidências, e estas são um tanto polêmicas, que sustentam a idéia de que a plumagem negra produzida quimicamente no corpo pela melanina, ou com base estrutural, possa ser uma característica sexual secundária, e que poderia atuar como sinalizador honesto de condição do macho em interações intra- e inter-sexuais (McGraw *et al.* 2002; Shawkey *et al.* 2003). Até o momento existe também pouca comprovação de que endoparasitas poderiam afetar diretamente a expressão da plumagem estrutural. Em machos de perus *M. gallopavo* verificou-se que a infecção por coccídeos teve efeito sobre a coloração iridescente, e apresentaram uma plumagem mais opaca, com menor reflectância em UV e maior reflectância em longos comprimentos de onda (Hill *et al.* 2005). Porém, em outro estudo, com o tentilhão doméstico *C. mexicanus*, a coloração estrutural dos machos não foi afetada pela infecção com coccídeos, apesar de ter afetado a coloração baseada em carotenóide (Hill & Brawner III 1998).

A plumagem dimórfica negra do tiziu macho é adquirida somente na fase de reprodução e, portanto, gera uma expectativa quanto à sua função sexual. Os tizius machos inicialmente divididos entre os dois grupos experimentais neste estudo não diferiam com relação ao percentual do corpo já coberto por plumagem negra. Esse percentual mudou relativamente pouco nos dois grupos, uma vez que a existência das penas negras já estabelecia um patamar mínimo imutável nos dois grupos. No entanto, outra variável utilizada, o incremento de novas penas negras ao longo do experimento, mostrou-se diferente nos dois grupos experimentais, com valores mais baixos para as aves infectadas por parasitas. Portanto, fica clara a existência de um impacto negativo dos parasitas sobre o mecanismo de produção de plumagem negra.

A inter-relação entre o sistema imunológico de animais, a capacidade de expressão de características sexuais secundárias e a testosterona tem sido bastante explorada em estudos recentes. No tentilhão doméstico (*C. mexicanus*), por exemplo, verificou-se que altos níveis de testosterona em machos em cativeiro causaram um atraso no início da muda destes indivíduos (Stoehr & Hill 2001). No entanto, outros estudos demonstram resultados contrários, onde altos níveis de testosterona ou de células de defesa do sistema imune foram correlacionadas ao maior desenvolvimento de ornamentos (Dufva & Allander 1995; Ros *et al.* 1997; Figuerola *et al.* 1999). Além dos possíveis efeitos da testosterona sobre ornamentos, também existe comprovação de sua ação como imunossupressor (Folstad & Karter 1992; Zuk 1996; Evans *et al.* 2000; Duckworth *et al.* 2001).

Se no tiziu a testosterona influencia o mecanismo que controla a expressão da plumagem negra (baseada em melanina), como ocorre em algumas outras espécies de aves (veja Jawor & Randall 2003) e se, como previsto ela atuar como imunossupressor (Folstad & Karter 1992; Zuk 1996; Evans *et al.* 2000; Duckworth *et al.* 2001), somente machos em

boas condições de saúde poderiam investir na muda da plumagem para a cor negra. Portanto, esperaríamos que machos infectados exercessem um controle sobre seu balanço energético, diminuindo a produção da testosterona para poder melhor controlar a infecção por parasitas e, conseqüentemente, teríamos um retardamento na muda para penas negras. Tanto a diminuição da testosterona quanto a baixa energética devido à infecção em si também poderiam estar atuando sobre os displays comportamentais. Diferenças nos componentes de display já são perceptíveis entre os dois grupos de aves a partir do segundo mês.

Este estudo corrobora parcialmente a hipótese de Hamilton e Zuk (1982), uma vez que apenas detectou o impacto negativo dos parasitas sobre ornamentos, comportamento e condição corporal dos hospedeiros. Uma resistência genética e transmissível à prole não foi investigada neste estudo. Futuros estudos experimentais no cativeiro e no campo seriam necessários para investigar esta questão. De uma forma geral, esta segunda predição da hipótese de Hamilton e Zuk (1982) não têm sido testado na literatura (Hill 1999), à exceção de Møller (1990) que demonstrou que a resistência a parasitas entre as andorinhas-dos-beirais (*H. rustica*) é herdada.

REFERÊNCIAS

- Alderton, C. C.** 1963. The breeding behavior of the Blue-black Grassquit. *Condor*, 65, 154-162.
- Almeida, J. B. & Macedo, R. H.** 2001. Lek-like mating system of the monogamous Blue-black Grassquit. *Auk* 118:404-411.

- Andersson, M.** 1982. Female choice selects for extreme tail length in a widowbird. *Nature*, 299, 818-820.
- Antas, P. de T. Z. & Cavalcanti, R. B.** 1998. *Aves comuns do Planalto Central*. Brasília, Editora UnB, 238 pgs.
- Atkinson, C. T.** 1999. Hemosporidiosis. In: *Field Manual of Wildlife Diseases* (Ed. by M. Friend & J. C. Franson). USGS, Washington.
- Atkinson, C. T. & Riper III, C. van** 1991. Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leucocytozoon*, and *Haemoproteus*. In: *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour* (Ed. by E. Loye & M. Zuk.). Oxford ornithology series. Oxford University Press, New York.
- Autodesk** 1997. Autocad Release 14.0. Acis@Copyright (1994, 1997) Spatial Technology, Inc., Three – Space Ltda. And Applied Geometry Corp.
- Borgia, G., Egeath, M., Uy, J. A. & Patricelli, G. L.** 2004. Juvenile infection and male display: testing the bright male hypothesis across individual life histories. *Behav. Ecol.*, 15, 722-728.
- Boyce, M. S.** 1990. The red Queen visits sage grouse leks. *Am. Zool.*, 30, 263-270.
- Boyd, E. M.** 1951. The external parasites of birds: a review. *Wilson Bull.*, 63, 363-369.
- Brawner, W. R. & Hill, G. E.** 1999. Temporal variation in shedding of coccidial oocysts: implications for sexual-selection studies. *Can. J. Zool.*, 77, 347-350.
- Brawner, W. R., Hill, G. E. & Sundermann, C. A.** 2000. Effects of coccidial and mycoplasmal infections on carotenoid-based plumage pigmentation in male house finches. *Auk*, 117, 952-963.
- Carvalho, C. T. de** 1957. Notas ecológicas sobre *Volatinia jacarina* (Passeres, Fringillidae). *Bolet. Museu Parae. Emilio Goeldi Zool.*, 2, 1-10.

- Carvalho, C. B. V. de** 2002. *Biologia reprodutiva e ecologia comportamental de Volatinia jacarina (Aves: Emberezidae) em uma área de cerrado: um estudo utilizando marcadores moleculares microsátélites*. Tese de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- Collins, S. A. & Cate, C. T.** 1996. Does beak colour affect female preference in zebra finches? *Anim. Behav.*, 52, 105-112.
- Costa, F. J. V. & Macedo, R. H. F.** 2005. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *Anim. Behav.*, 70, 1401-1409.
- Darwin, C.** 1859. *Origem das espécies*. Editora Itatiaia, 2002, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Doucet, S. M. & Montgomerie, R.** 2003. Structural plumage colour and parasites in satin bowerbirds *Ptilonorhynchus violaceus*: implications for sexual selection. *J. Avian Biol.*, 34, 237-242.
- Duckworth, R. A., Mendonça, M. T. & Hill, G. E.** 2001. The condition dependence of testosterone and its relation to coccidial infection in the house finch. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 268, 1-6.
- Dufva, R. & Allander, K.** 1995. Intraspecific variation in plumage coloration reflects immune response in Great Tit (*Parus major*) males. *Functio. Ecol.*, 9, 785-789.
- Evans, M. R., Goldsmith, A. R. & Norris, S. R. A.** 2000. The effects of testosterone on antibody production and plumage coloration in male house sparrows (*Passer domesticus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 47, 156-163.
- Figuerola, J., Munoz, E., Gutierrez, R. & Ferrer, D.** 1999. Blood parasites, leucocytes and plumage brightness in the Cirl Bunting, *Emberiza cirrus*. *Functio. Ecol.*, 13, 594-601.

- Fisher, R. A.** 1930. The genetical theory of natural selection. Clarendon Press, Oxford. In: J. R. Krebs & N. B. Davies (1996) *Introdução à ecologia comportamental*. Atheneu Editora, São Paulo, SP.
- Folstad, I. & Karter, A. J.** 1992. Parasites, bright males and immunocompetence handicap. *Am. Nat.*, 139, 603-622.
- Foreyt, W. J.** 2005. *Parasitologia veterinária: manual de referência*. 5ª edição, Roca, São Paulo, Brasil.
- Friend, M. & Franson, C.** 1999. *Manual of wildlife diseases*. Information and Technology Report, U. S. Fish and Wildlife Service. Washington, DC, United States of America.
- Garvin, M. C. & Remsen Jr, J. V.** 1997. An alternative hypothesis for heavier parasite loads of brightly colored birds: exposure at the nest. *Auk*, 114, 179-191.
- Griggio, M., Valera, F., Casas, A. & Pilastro, A.** 2005. Males prefer ornamented females: a field experiment of male choice in the rock sparrow. *Anim. Behav.*, 69, 1243-1250.
- Hadley, P. B.** 1916. Coccidia in subepithelial infections of the intestines of birds. *Contributions*, 222, 73-78.
- Hamilton, W. D. & Zuk, M.** 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science*, 218, 384-386.
- Hill, G. E.** 1990. Female house finches prefer colourful males: sexual selection for a condition – dependent trait. *Anim. Behav.*, 40, 563-572.
- Hill, G. E.** 1999. Mate choice, male quality, and carotenoid-based plumage coloration. In: N. Adams & R. Slowtow (Ed.), *Proc 22 Int. Ornithol. Congr. Durban*, University of Natal.

- Hill, G. E. & Brawner III, W. R.** 1998. Melanin – based plumage coloration in the house finch is unaffected by coccidial infection. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 265, 1105-1109.
- Hill, G. E., Doucet, S. M. & Buchholz, R.** 2005. The effect of coccidial infection on iridescent plumage coloration in wild turkeys. *Anim. Behav.*, 69, 387-394.
- Hill, G. E., Nolan, P. M. & Stoehr, A. M.** 1999a. Pairing success relative to male plumage redness and pigment symmetry in the house finch: temporal and geographic constancy. *Behav. Ecol.*, 10, 48-53.
- Hill, J. A., Enstrom, D. A., Ketterson, E. D., Nolan, V. & Ziegenfus, C.** 1999b. Mate choice based on static versus dynamic secondary sexual traits in the dark-eyed junco. *Behav. Ecol.*, 10, 91-96.
- Hörak, P., Saks, L., Karu, U., Ots, I., Surai, P. F. & McGraw, K. J.** 2004. How coccidian parasites affect health and appearance of greenfinches. *J. Anim. Ecol.*, 73, 935-947.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)**
1994. *Manual de anilhamento de aves silvestres*. 2ª edição, Brasília, DF, Brasil.
- Jawor, J. M. & Breitwisch, R.** 2003. Melanin ornaments, honesty, and sexual selection. *Auk*, 120, 249-265.
- Kanegae, M. F.** 2003. *Comparação dos padrões de ectoparasitismo em aves de cerrado e de mata de galeria do Distrito Federal*. Dissertação de mestrado do curso de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Kirkpatrick, M. & Ryan, M. J.** 1991. The evolution of mating preferences and the paradox of the lek. *Nature*, 350, 33-38.
- Kose, M., Mänd, R. & Møller, A. P.** 1999. Sexual selection for white tail spots in the barn swallow in relation to hábitat choice by feather lice. *Anim. Behav.*, 58, 1201-1205.

- Kraaijeveld, K., Gregurke, J., Hall, C., Komdeur, J. & Mulder, R. A.** 2004. Mutual ornamentation, sexual selection, and social dominance in black swan. *Behav. Ecol.*, 15, 380-389.
- Loyau, A., Jalme, M. S., Cagniant, C. & Sorci, G.** 2005. Multiple sexual advertisements honestly reflect health status in peacocks (*Pavo cristatus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 58: 552-557.
- Marcondes-Machado, L. O.** 1988. Comportamento reprodutivo de *Volatinia jacarina jacarina* (Linnaeus 1766) em cativeiro (Passeres, Emberezidae). *Rev. Brasileira Zool.*, 4, 319-330.
- Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. & Schad, G. A.** 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Jour. Parasitol.*, 68, 131-133.
- Mateos, C. & Carranza, J.** 1995. Female choice for morphological features of male ring-necked pheasants. *Anim. Behav.*, 49, 737-748.
- MacDougall-Shackleton, E. A., Derryberry, E. P. & Hahn, T. P.** 2002. Nonlocal male mountain white-crowned sparrows have lower paternity and higher parasite loads than males singing local dialect. *Behav. Ecol.*, 13, 682-689.
- McGraw, K. J. & Hill, G. E.** 2000. Plumage brightness and breeding-season dominance in the house finch: a negatively correlated handicap? *Condor*, 102, 456-461.
- McGraw, K. J., Mackillop, E. A., Dale, J. & Hauber, M. E.** 2002. Different colors reveal different information: how nutritional stress affects the expression of melanin – and structurally based ornamental plumage. *Jour. Exper. Biol.*, 205, 3747-3755.
- Møller, A. P.** 1990. Effects of a haematophagous mite on the barn swallow (*Hirundo rustica*): a test of the Hamilton and Zuk hypothesis. *Evolution*, 44, 771-784.

- Møller, A. P.** 1991. Parasites, sexual ornaments, and mate choice in the barn swallow. In: *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour* (Ed. by E. Loye & M. Zuk.). Oxford ornithology series. Oxford University Press, New York.
- Møller, A. P.; Christe, P. & Lux, E.** 1999. Parasitism, host immune function, and sexual selection. *Quart. Rev. Biol.*, 74, 3-20.
- Musaev, M., Gaibova, G., Ismailova, G., Alieva, F. & Iskenderova, N.** 1998. The coccidida of the gallinaceous birds in Azerbaijan. *Tr. J. Vet. Anim. Scien.*, 22, 409-413.
- Norris, K. J.** 1990. Female choice and the evolution of the conspicuous plumage coloration of monogamous male great tits. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 26, 129-138.
- Polak, M. & Markow, T. A.** 1995. Effect of ectoparasitic mites on sexual selection in a sonoran desert fruit fly. *Evolution*, 49, 660-669.
- Pruett-Jones, S. G., Pruet-Jones, M. A. & Jones, H. I.** 1990. Parasites and sexual selection in birds of paradise. *Amer. Zool.*, 30, 287-298.
- Read, A. F. & Harvey, P. H.** 1989. Reassessment of comparative evidence for Hamilton and Zuk theory on the evolution of secondary sexual characters. *Nature*, 339, 618-620.
- Rodrigueiro, M. S., Vilardi, J. C., Vera, M. T., Cayol, J. P. & Rial, E.** 2002. Morphometric traits and sexual selection in medfly (Díptera: Tephritidae) under field cage conditions. *Florida Entomol.*, 85, 143-149.
- Ros, A. F. H., Groothuis, T. G. G. & Apanius, V.** 1997. The relation among gonadal steroids, immunocompetence, body mass, and behavior in young Black-headed gull (*Larus ridibundus*). *Am. Nat.*, 150, 201-219.

- Sætre, G., Dale, S. & Slagsvold, T.** 1994. Female pied flycatchers prefer brightly colored males. *Anim. Behav.*, 48, 1407-1415.
- Shawkey, M. D., Estes, A. M., Siefferman, L. M. & Hill, G. E.** 2003. Nanostructure predicts intraspecific variation in ultraviolet-blue plumage colour. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 270, 1455-1460.
- Sick, H.** 1997. *Ornitologia Brasileira*, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Siitari, H., Honkavaara, J., Huhta, E. & Viitala, J.** 2002. Ultraviolet reflection and female mate choice in pied flycatcher, *Ficedula hypoleuca*. *Anim. Behav.* 63:97-102.
- Sloss, M. W., Kemp, R. L. & Zajac, A. M.** 1999. *Parasitologia clínica veterinária*. Sexta edição, Editora Manole Ltda., São Paulo, Brasil.
- StatSoft, Inc.** 2001. *STATISTICA for Windows* [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc.
- Stoehr, A. M. & Hill, G. E.** 2001. The effects of elevated testosterone on plumage hue in male House Finches. *J. Avian Biol.*, 32, 153-158.
- Torres, R. & Velando, A.** 2003. A dynamic trait affects continuous pair assessment in the blue-footed booby, *Sula nebouxii*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 55, 65-72.
- Wagner, R. H., Davidar, P., Schug, M. D. & Morton, E. S.** 1997. Do blood parasites affect paternity provisioning and mate-guarding in Purple Martins? *Condor*, 99, 520-523.
- Walther, B. A., Clayton, D. H. & Gregory, R. D.** 1999. Showiness of Neotropical birds in relation to ectoparasite abundance and foraging stratum. *Oikos*, 87, 157-165.
- Weatherhead, P. J., Bennett, G. F. & Shutler, D.** 1991. Sexual selection and parasites in wood-warblers. *Auk*, 108, 147-152.

- Westcott, D.** 1992. Inter- and intra-sexual selection: the role of song in a lek mating system. *Anim. Behav.*, 44, 695-703.
- Zahavi, A.** 1975. Mate selection – a selection for a handicap. *Jour. Theoret. Biol.*, 53, 205-214.
- Zuk, M.** 1988. Parasite load, body size, and age of wild-caught male field crickets (Orthoptera: Gryllidae): effects on sexual selection. *Evolution*, 42, 969-976.
- Zuk, M.** 1991. Parasites and bright birds: new data and a new prediction. In: *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour* (Ed. by E. Loye & M. Zuk.). Oxford Ornithology Series. Oxford University Press, New York.
- Zuk, M.** 1996. Disease, endocrine – immune interactions, and sexual selection. *Ecology*, 77, 1037-1042.

Tabela 1. Níveis de parasitismo (prevalência e intensidade) em *Volatinia jacarina* referentes à época da captura destes animais, nas estações reprodutivas de 2003 a 2005, no campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Parasitas	Indivíduos	Prevalência (%)	Intensidade média \pm EP
Mallophaga geral	58	50	39,8 \pm 10,0
Mallophaga (asa)	58	40	39,1 \pm 9,00
Mallophaga (mancha branca)	58	33	14,7 \pm 6,0
Coccídeos	53	72	398,8 \pm 27,7
Outros	53	4	2,8 \pm 1,9

Tabela 2. Média das características morfológicas e do nível de parasitismo registrado ao longo dos cinco meses de experimentos. As variáveis que diferiram significativamente entre grupos e ao longo do tratamento são descritas na análise de ANOVA no texto.

Variáveis	Machos (N)	
	Parasitados	Saudáveis
Peso (g)	9,7 ± 0,1 (27)	10,5 ± 0,2 (27)
Asa (mm)	49,0 ± 0,3 (27)	49,3 ± 0,2 (27)
Narina (mm)	6,8 ± 0,1 (27)	6,9 ± 0,1 (27)
Tarso (mm)	16,0 ± 0,1 (27)	16,1 ± 0,1 (27)
Cauda (mm)	46,4 ± 0,3 (27)	45,3 ± 0,5 (27)
Peso/ tarso (g/ mm)	0,6 ± 0,0 (27)	0,7 ± 0,0 (27)
% Plumagem	0,6 ± 0,1 (27)	0,6 ± 0,0 (27)
% Incremento de plumagem	0,1 ± 0,0 (22)	0,2 ± 0,0 (25)
Mancha/ asa	0,3 ± 0,0 (26)	0,3 ± 0,0 (27)
Intensidade ecotoparasitas	17,2 ± 12,2 (27)	3,4 ± 1,1 (27)
Intensidade coccídeos	413,5 ± 91,3 (27)	70,6 ± 28,5 (27)
Intensidade outros endoparasitas	0,7 ± 0,4 (27)	0,2 ± 0,2 (27)

Tabela 3. Resultados da análise dos parâmetros morfológicos e ornamentais dos machos de *Volatinia jacarina* ao longo do tempo e entre os tratamentos (ANOVA de medidas repetidas). Os tamanhos de amostra para os dois grupos (parasitados = Paras. e saudáveis – Saud.) estão indicados (se referem a todas as amostras ao longo dos cinco meses).

Variáveis	N		Tempo		Status		Tempo*Status	
	Paras.	Saud.	F	p	F	p	F	p
Intensidade Mallophaga	111	108	5,1	< 0.05	0,0003	0,99	0,003	1.00
Intensidade coccídeos	117	117	2.0	0,10	21,1	< 0.05	2,3	0,06
Intensidade outros endoparasitas	120	121	0,4	0,81	2,5	0,11	0,72	0,58
Asa (mm)	121	121	3,3	0,01	4,3	0,04	3.0	0,02
Narina (mm)	117	117	0,8	0,52	2,3	0,13	0,2	0,91
Cauda (mm)	117	115	17,2	< 0.05	12,1	< 0.05	0,8	0,56
Peso/ Tarso	120	121	5,23	< 0.05	23,4	< 0.05	0,8	0,50
% Plumagem	117	117	6,7	< 0.05	0,1	0,76	0,5	0,74
% Incremento de plumagem	120	121	10,6	< 0.05	6,3	0,01	0,4	0,79
Mancha/ Asa	109	104	1,0	0,38	1.0	0,33	0,3	0,88

Legendas das Figuras

Figura 1. Esquema gráfico do viveiro experimental utilizado nos testes de escolha. Nos compartimentos das extremidades eram colocados os machos e no compartimento central a fêmea.

Figura 2(a). Variação entre os grupos de tratamento (parasitado: linha pontilhada; saudável: linha contínua) e tempo relativos ao nível de infecção. Estas variáveis variaram significativamente na ANOVA de medidas repetidas. O ponto M1 refere-se às avaliações efetuadas um mês após o início do experimento.

Figura 2(b). Variação entre os grupos de tratamento (parasitado: linha pontilhada; saudável: linha contínua) e tempo relativos as características morfológicas e ornamentais. Estas variáveis variaram significativamente na ANOVA de medidas repetidas. O ponto M1 refere-se às avaliações efetuadas um mês após o início do experimento.

Figura 3. Comparação (média \pm erro padrão) entre machos parasitados (P) versus saudáveis (S) das variáveis: (a) persistência, (b) tempo de saltos, (c) taxa de saltos x/y, (d) taxa de saltos x/60, e (e) altura dos saltos.

Fig. 1

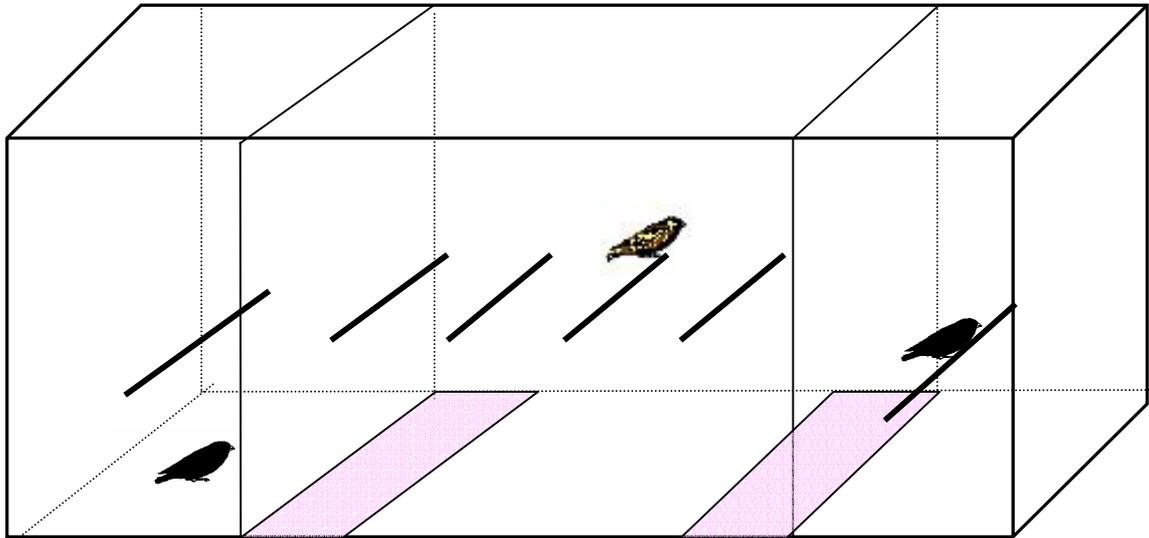


Fig. 2 A

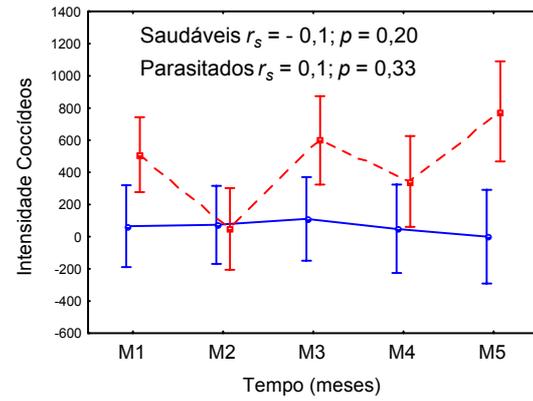
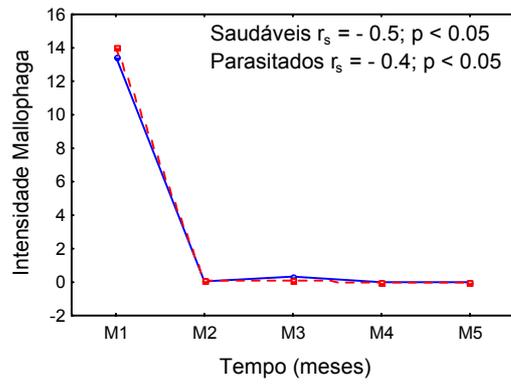


FIG. 2 B

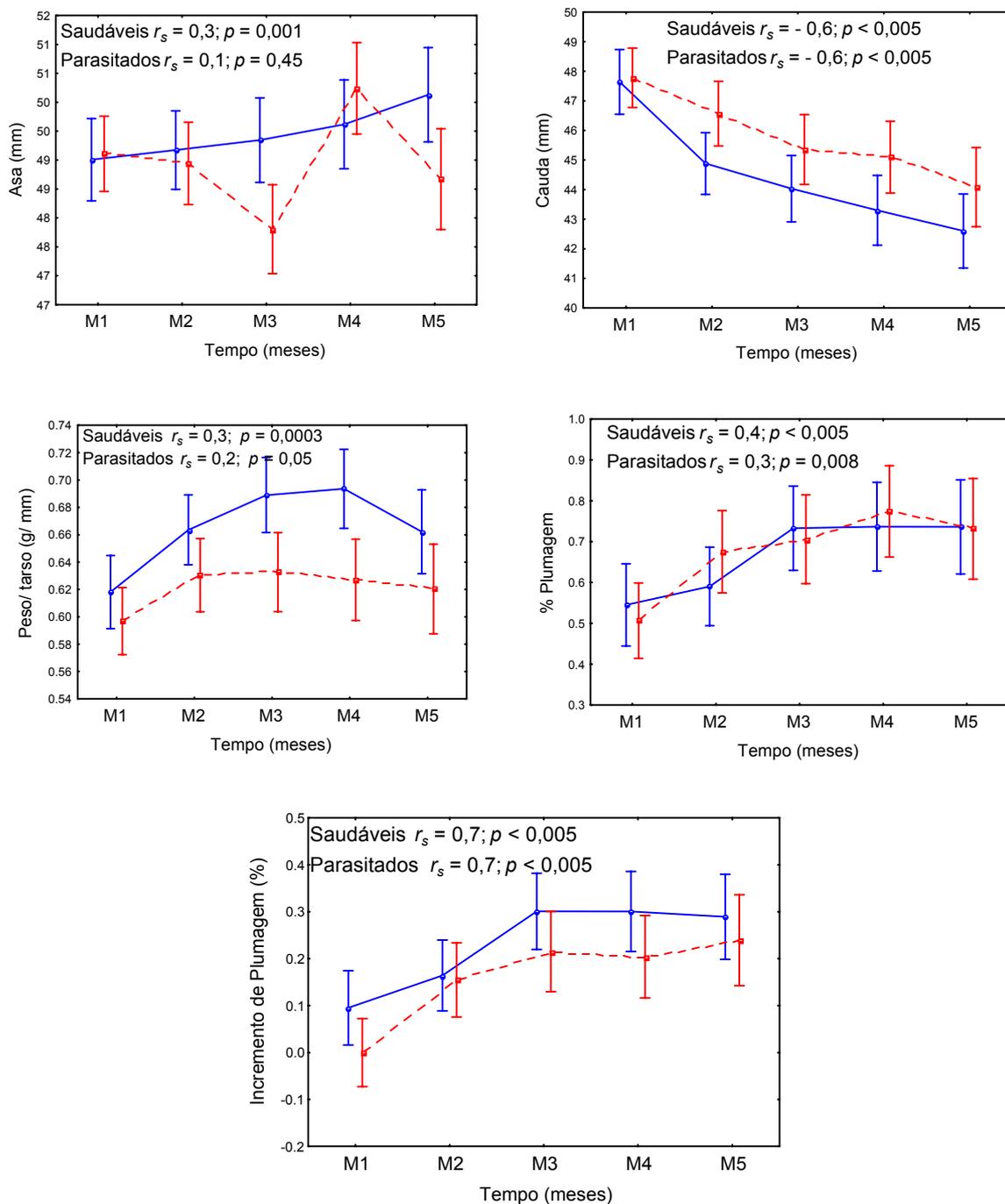
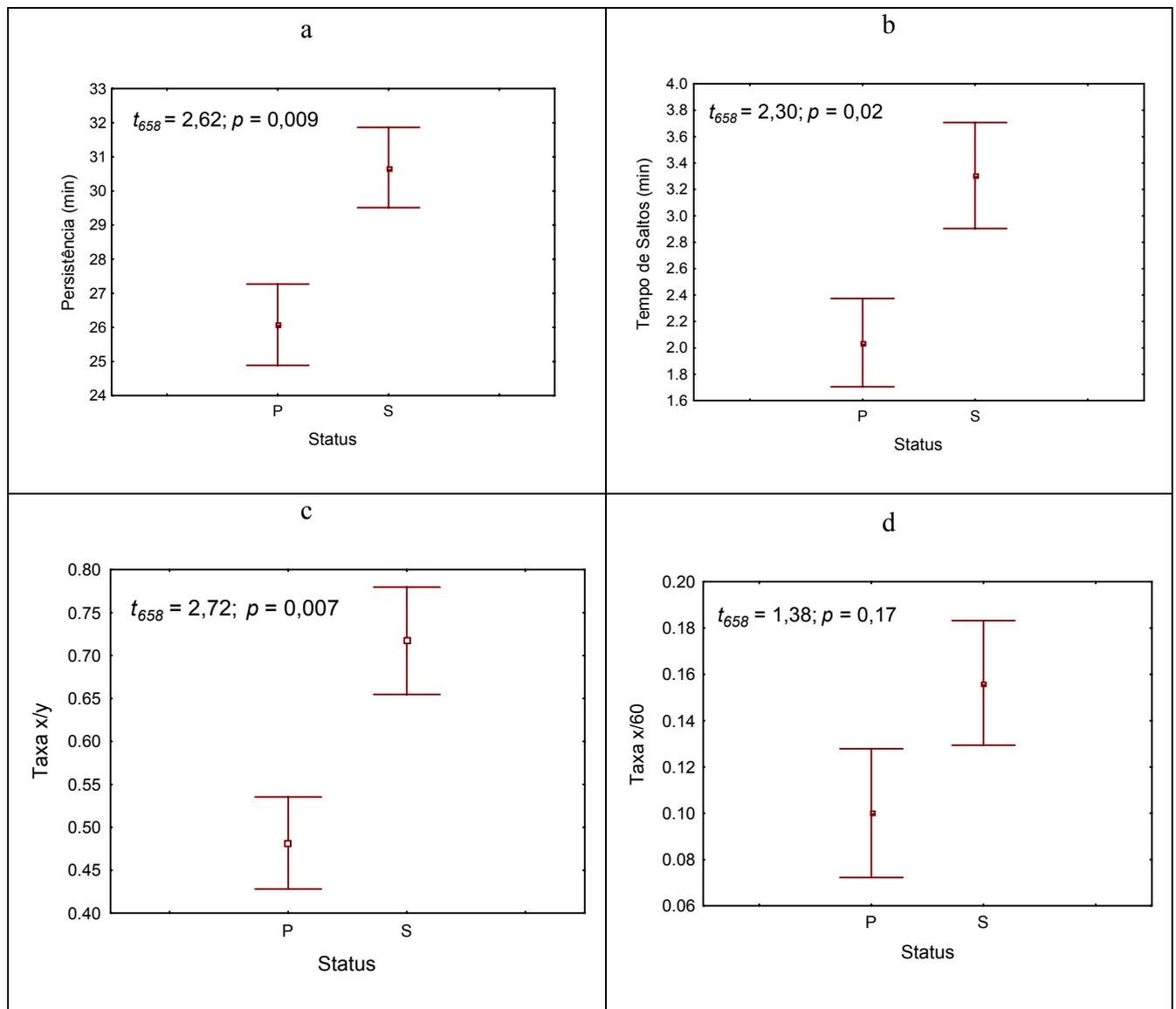
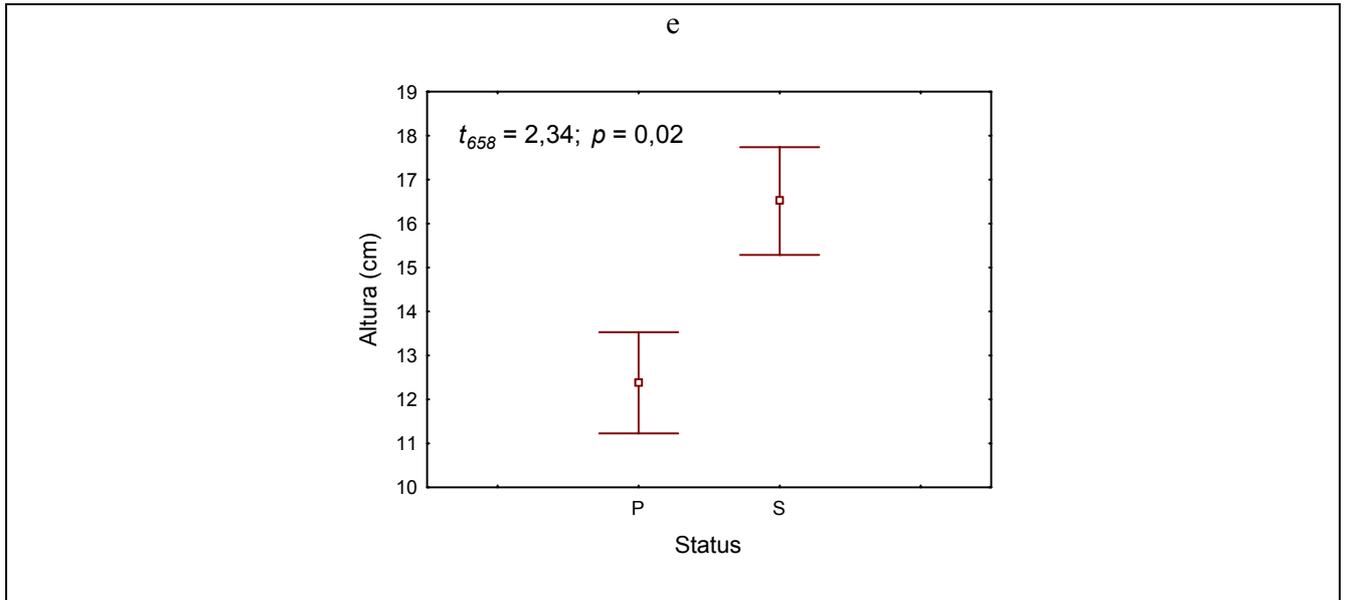


FIG. 3





CAPÍTULO II

Fêmeas de *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae) preferem machos não parasitados?

Resumo

Desde que a hipótese de Hamilton e Zuk (1982) foi proposta muitos estudos têm se dedicado a investigar se a escolha de fêmeas, com base sobre a exuberância de caracteres sexuais secundários, poderia indicar também uma escolha por machos com menor grau de parasitismo. A capacidade de escolha da fêmea pode ser definida em termos da energia e tempo empregados na escolha de diferentes fenótipos e é influenciada por várias características da fêmea e dos machos escolhidos. O objetivo deste estudo foi investigar a relação hospedeiro-parasita no tiziu (*Volatinia jacarina*) para testar a hipótese de que fêmeas exibem uma preferência por machos saudáveis, quando confrontadas com dois machos em condições contrastantes de nível de infestação parasitária. Machos e fêmeas foram capturados no campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, D.F. Estes foram mantidos em cativeiro e separados em um grupo de indivíduos parasitados (não manipulados) e outro de indivíduos saudáveis (tratados contra parasitas). Estes indivíduos tiveram sua condição corporal e de ornamentação avaliadas mensalmente, bem como o status do parasitismo (por meio de exames físicos, de fezes e de sangue). Duplas de machos parasitados e saudáveis foram utilizados em testes de escolha com fêmeas parasitadas e

saudáveis. Os resultados demonstraram que as fêmeas não tiveram suas escolhas afetadas pelo seu próprio grau de parasitismo, e suas escolhas foram aleatórias. Machos diferiram em termos de qualidade física, mas as escolhas das fêmeas não refletiram essas diferenças. Diversas explicações podem ser oferecidas: as fêmeas podem não ter detectado as diferenças entre machos ou, alternativamente, as diferenças podem ter sido detectadas, mas as fêmeas não efetuaram escolhas usando essas diferenças. Possivelmente, fêmeas utilizam outras características além daquelas afetadas pelo parasitismo em suas escolhas em ambiente natural.

INTRODUÇÃO

Hamilton e Zuk (1982) propuseram que machos mais resistentes a parasitas teriam capacidade de expressar sua ornamentação de forma mais exuberante, e portanto, seriam preferidos por fêmeas que teriam capacidade de avaliar essas características. Desde então vários trabalhos têm confirmado a escolha de fêmeas por machos menos parasitados (Zuk 1988, Johnson & Boyce 1991, Polak & Markow 1995, MacDougall-Shackleton *et al.* 2002, Borgia *et al.* 2004) sem, no entanto, haver ainda um consenso sobre esse ponto. Outro aspecto menos explorado, no entanto, diz respeito à influência do parasitismo sobre fêmeas (Wiehn & Korpimäki 1998, Doucet & Montgomerie 2003) ou sobre sua capacidade de escolha (Poulin 1994, Poulin & Vickery 1996, Lopez 1999, Córdoba-Aguilar *et al.* 2003).

A escolha de parceiros é baseada em propriedades sensoriais e comportamentais que influenciam a tendência dos indivíduos se acasalarem com certos fenótipos. A capacidade de escolha pode ser definida em termos da quantidade de energia investida na avaliação de

parceiros potenciais e é influenciada pelo número de parceiros amostrados e pelo somatório de tempo gasto para examinar cada parceiro (Jennions & Petrie 1997). A qualidade da fêmea influencia o investimento que ela irá realizar na escolha de parceiro. Quando um grupo de fêmeas é apresentado a vários parceiros, nem todas as fêmeas irão escolher como parceiro o mesmo macho (Jennions & Petrie 1997, Brooks & Endler 2001). Porém, outros fatores podem influenciar a escolha das fêmeas, como por exemplo, o tempo disponível para a escolha do parceiro e a reprodução (Jennions & Petrie 1997, Lynch *et al.* 2005), o risco de predação (Pocklington & Dill 1995), a experiência prévia (Uy *et al.* 2001), a influência social (Godin *et al.* 2005), a idade (Kodric-Brown & Nicoletto 2001), e a ninhada obtida com aquela escolha (Nicoletto 1995), entre outros. Pouco se sabe ainda sobre como estas escolhas podem ser influenciadas pelo parasitismo das fêmeas (Poulin & Vickery 1996).

Volatinia jacarina é um pequeno pássaro (8 a 10 g) pertencente à família Emberizidae, ordem Passeriformes. Em geral possuem uma plumagem parda, um pouco mais clara na região ventral. Porém, durante o período reprodutivo o macho adquire uma plumagem nupcial de cor negra, de brilho azulado, com manchas brancas evidentes sob as asas. É uma ave de áreas abertas (Sick 1997) que, na região do atual estudo (Distrito Federal), se reproduz entre os meses de novembro e abril, desaparecendo a partir do mês de maio. No mês de novembro, o macho inicia a marcação de seu território e a execução de seus displays característicos (Antas & Cavalcanti 1998; Almeida & Macedo 2001). Os displays são saltos verticais conspícuos onde as manchas brancas sob as asas são exibidas. Os saltos podem ou não ser acompanhados de sua vocalização, responsável pelo nome vulgar que recebeu, “t-i-z-i-u” (Alderton 1963).

O presente trabalho pretende contribuir na investigação da influência do parasitismo sobre a seleção sexual, usando como objeto de estudo o tiziu *Volatinia jacarina*. O objetivo é investigar a relação hospedeiro-parasita nesse pássaro testando a hipótese de que fêmeas irão exibir uma preferência por machos saudáveis, quando são confrontadas com dois machos em condições contrastantes de nível de infestação parasitária. Também verificou-se a influência do grau de parasitismo da própria fêmea com relação à sua escolha.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

As aves foram capturadas no campus Darcy Ribeiro, da Universidade de Brasília, Distrito Federal (15°46'S, 47°52'W), uma área alterada de cerrado. A região está sob um regime climático tropical sazonal, com inverno seco. O clima é caracterizado por temperaturas médias anuais entre 22 e 23°C, e precipitação média anual entre 1200 e 1800mm (Coutinho 2000). A estação seca no Distrito Federal ocorre entre maio e setembro e a estação chuvosa entre outubro e abril, coincidindo com a reprodução de *V. jacarina* (Almeida & Macedo 2001).

Manipulação Experimental

A captura ocorreu ao longo de duas estações reprodutivas, entre novembro de 2003 e abril de 2005. Neste período foram capturados 126 indivíduos. Estes foram mantidos em cativeiro e divididos em dois grupos (detalhes mais abaixo): (1) parasitados, que não receberam tratamento anti-parasitas; e (2) saudáveis, que foram tratados contra parasitas.

Para os testes de escolha foram utilizadas oito fêmeas parasitadas e oito saudáveis, 20 machos parasitados e 20 saudáveis.

As aves foram capturadas em redes de neblina e marcadas com anilhas metálicas fornecidas pelo CEMAVE e avaliados por meio de medidas morfométricas (comprimento da asa, cauda, tarso e narina) e peso (IBAMA 1994). Como índice de condição corporal, usou-se a razão peso/comprimento do tarso. Os machos também tiveram algumas características ornamentais de sua plumagem avaliadas. A primeira delas foi a porcentagem de penas negras (da plumagem nupcial) presente no corpo. Esta porcentagem era estimada pelo mesmo pesquisador sob as mesmas condições de luz e se refere a porcentagem do corpo da ave coberta pela plumagem nupcial. Além desta, também foi utilizada uma medida de incremento de plumagem (%). Esta medida corresponde à porcentagem de novas penas negras adquiridas entre um exame e outro. Quanto aos ornamentos, avaliamos ainda o tamanho da mancha branca sob as axilas relativo ao tamanho da asa. Para isso, usou-se uma transparência plástica que era colocada sobre a asa da ave, na qual eram desenhados os contornos das asas e manchas. Estes desenhos eram então digitalizados (Costa & Macedo 2005), e as áreas posteriormente calculadas com o auxílio do programa Autocad (Autodesk, Inc. 1997). Todas estas avaliações ocorreram mensalmente.

O status do parasitismo foi determinado com a avaliação de ecto- e endoparasitas. Os ectoparasitas eram localizados por meio do exame das penas e entre as penas, em todo corpo da ave. Alguns ectoparasitas encontrados foram coletados com o auxílio de uma pinça e conservados em álcool 70% (Kanegae 2003) para posterior identificação.

Os endoparasitas foram avaliados por meio da coleta de fezes e sangue. Fezes frescas eram coletadas durante a tarde (período de maior liberação de oocistos, Brawner & Hill 1999) e acondicionadas em eppendorfs com água. Após homogeneizadas, as amostras

eram colocadas para sedimentar por pelo menos 48 horas. As amostras permaneciam resfriadas até o momento das análises (Foreyt 1995, Sloss *et al.* 1999), que foram realizadas em microscópio óptico. O procedimento para análise, repetido três vezes para cada amostra, consistia em se retirar uma pequena alíquota da amostra, colocá-la sobre uma lâmina, corar com lugol e recobrir com uma lamínula. Esta lamínula tinha toda a sua área visualizada com microscópio óptico. A intensidade do parasitismo (número de parasitas de um tipo por hospedeiro) foi calculada por meio da média aritmética das três lâminas examinadas. Este método provavelmente resulta em uma sub-estimativa da intensidade de oocistos, mas não distorce ou altera ovos de outros parasitas, como os métodos de flutuação (Sloss *et al.* 1999).

Para a determinação da intensidade da infecção por parasitas sanguíneos, uma gota de sangue, extraída do tarso das aves com o auxílio de uma lanceta descartável, era fixada como esfregaço em lâmina. O esfregaço era então fixado com metanol e posteriormente corado com GIEMSA (Foreyt 1995, Sloss *et al.* 1999). Estas lâminas também foram avaliadas em microscópio óptico, porém, em lente de imersão (1000 X). Uma área de 1,2 mm², ou cerca de 10.000 células sanguíneas, era examinada em cada lâmina, onde os parasitas eram contados, desconsiderando-se os campos que não estavam adequadamente corados e/ou que contivessem artefatos. Todos os exames de avaliação de parasitismo foram repetidos mensalmente.

Após os procedimentos iniciais de triagem descritos acima, os indivíduos foram divididos em dois grupos, denominados parasitados e saudáveis. Os indivíduos do grupo saudável receberam tratamento anti-parasitas, à base de coccidioestático (sulfametoxazol e trimetoprim), vermífugo (mebendazol) e talco inseticida. Os indivíduos do grupo parasitado não receberam tratamento algum. As aves utilizadas nos testes de escolha eram mantidas

em um viveiro ao ar livre (3,0 X 2,0 X 2,0 m), sendo os dois grupos (parasitados e saudáveis) mantidos isolados. Todas as aves recebiam rações com painço, alguns outros grãos como alpiste, “farinhada” (fubá, milho e minerais), areia esterilizada e água com polivitamínicos. Os viveiros eram limpos uma vez por mês e as vasilhas de alimentos eram lavadas em dias alternados.

Testes de Escolha

Pares fixos ($N = 20$) de machos foram designados no início do experimento, sendo que para cada par era selecionado um macho de cada grupo com medidas morfológicas e ornamentais similares. A partir daí, foram sorteadas as duplas na ordem de utilização nos experimentos sendo apresentadas sempre a fêmeas diferentes. Nenhuma fêmea foi exibida a uma mesma dupla de machos mais do que uma vez. Pelo menos 24 horas antes dos experimentos, a dupla de machos e a fêmea eram isolados na sala de experimentos. Os indivíduos eram colocados em gaiolas individuais, isolados visualmente, e sob o mesmo regime de alimentação dos indivíduos dos viveiros externos. Dentro do ambiente experimental, o regime de fotoperíodo era controlado (12 horas de luz, 12 horas sem luz).

Um total de 165 experimentos foram realizados, totalizando 330 horas de observação. Destes, 83 experimentos foram realizados com fêmeas parasitadas e 82 experimentos com fêmeas não parasitadas. O viveiro experimental (1,20 X 0,90 X 1,60 m) (Figura 1), tem três compartimentos, sendo os das extremidades destinados aos machos e o compartimento central à fêmea. Os compartimentos eram separados por divisórias de vidro e de madeira, estas últimas removidas durante os experimentos, permitindo a completa visualização dos machos pela fêmea e vice-versa. O viveiro era monitorado durante o experimento através de um sistema de circuito interno de TV e, noutra sala os

comportamentos exibidos pelos indivíduos eram registrados. Os experimentos tinham duração total de três horas, sendo que os testes de escolha ocorriam na primeira e terceira horas. Durante a segunda hora, ocorria um intervalo onde os machos tinham suas posições invertidas nos compartimentos das extremidades, evitando-se um possível efeito de posição sobre a escolha da fêmea, ou sobre a performance do macho.

A escolha da fêmea foi determinada pelo tempo em que permaneceu atenta a um determinado macho. Verificou-se que as fêmeas observavam os machos apenas quando estavam no chão do viveiro, a uma distância que variava de 0 cm (próximo à divisória de vidro) a 15 cm. As outras áreas do chão do viveiro experimental eram utilizadas apenas para atravessar de um lado para o outro. Para que se considerasse um macho como o favorito em um teste, determinou-se que a fêmea deveria permanecer na área de escolha do macho por um tempo de pelo menos três minutos a mais do que permanecia na área de escolha do outro macho. O período de três minutos foi escolhido porque na maior parte dos experimentos, as diferenças entre o período que as fêmeas permaneciam com um ou outro macho, eram muito superiores a cinco minutos, porém, em alguns casos, estas diferenças foram apenas de dois minutos, o que poderia não ser considerado uma diferença grande o suficiente para determinar a escolha entre machos. Assim, optou-se pelo período de três minutos, a fim de se evitar a consideração de escolhas com diferenças muito pequenas de tempo como dois ou um minuto. As análises apresentadas consideram tanto a primeira e segunda horas do experimento separadamente quanto também agrupadas.

Durante os testes de escolha, a performance dos machos foi avaliada quanto à taxa de saltos por minuto, altura dos saltos e persistência (tempo em que executava alguma atividade de display para a fêmea, durante o período do experimento). Machos parasitados

apresentaram performance inferior a dos machos tratados, apresentado menores taxas de salto, menor altura de salto e menor persistência (Aguilar e Macedo em preparação).

Análises Estatísticas

Testes t student foram efetuados para avaliar a escolha e persistência de escolha (tempo) das fêmeas. Este mesmo teste foi utilizado na comparação das características sendo exibidas por machos parasitados e saudáveis, ao longo do estudo. O nível de significância aceito foi $p < 0,05$, e os parâmetros quantificados foram descritos por meio da média \pm erro padrão. As análises foram realizadas no pacote estatístico Statistica 6.0 (StatSoft 2001).

RESULTADOS

No total de 165 experimentos realizados, 15 ocorreram sem que a fêmea exercesse escolha por um ou outro dos dois machos. Em 74 dos experimentos as fêmeas escolheram (por uma diferença de pelo menos 3 minutos frente a um dos machos) machos saudáveis, enquanto em 76 favoreceram os machos parasitados, indicando, estatisticamente, a aleatoriedade na escolha (Tabela 1). Utilizando-se o tempo total de permanência frente aos machos, as fêmeas também não mostraram favoritismo com relação aos machos das duas categorias.

As escolhas não variaram com o tempo, mantendo-se constantes durante os cinco meses (Fig. 2). Isso sugere que, mesmo com o aprofundamento da condição debilitada dos machos parasitados, as fêmeas não favoreceram machos saudáveis. Também foi possível verificar que a própria condição das fêmeas (parasitadas ou não), não influenciou a escolha por determinada categoria de macho.

Quando as análises foram realizadas por duplas de macho, verificou-se que em três duplas (C, J e M) as fêmeas preferiram claramente os machos saudáveis. Em outras três duplas (K, P e T) as fêmeas preferiram machos parasitados. Com exceção da dupla O, todos os pares de machos, ao longo do experimento, diferiram em pelo menos uma característica morfológica ou ornamental (Tabela 2), sendo que como demonstrado em estudo anterior (Aguilar e Macedo em preparação), os machos saudáveis apresentaram uma melhor performance.

DISCUSSÃO

Fêmeas neste estudo não realizaram escolhas baseadas no grau de parasitismo dos machos. Esse resultado contraria as expectativas, frente aos achados provenientes de um estudo realizado paralelamente (Aguilar e Macedo em preparação), no qual machos parasitados e saudáveis foram avaliados quanto a uma série de características morfológicas e comportamentais. Naquele estudo comprovou-se que machos parasitados sofrem progressiva deterioração no tamanho da asa, cauda, relação peso/tarso, e incremento de plumagem negra. Também verificou-se que os machos saudáveis foram mais persistentes e apresentaram maior taxa de execução de seus displays. Na literatura, muitos estudos têm verificado o impacto negativo dos parasitas sobre características semelhantes às avaliadas no atual trabalho (Fitze & Richner 2002; Doucet & Montgomerie 2003; Hõrak *et al.* 2004; Hill *et al.* 2005). Também existe abundante evidência de que machos parasitados normalmente não são escolhidos por fêmeas (Polak & Markow 1995; MacDougall-Shacleton *et al.* 2002; Borgia *et al.* 2004). Esperava-se, portanto, que com bases nas

diferenças fenotípicas entre os tizius machos parasitados versus saudáveis, as fêmeas favorecessem os saudáveis.

Na literatura, existem alguns estudos que não verificaram que a escolha de fêmeas fosse baseada em características sexuais secundárias de machos (Ligon & Zwartjes 1995; Jennions 1998; Ballentine & Hill 2003; Komdeur *et al.* 2005). A maioria dos estudos, no entanto, descreve a escolha de fêmeas ou a escolha mútua do casal, com base em características ornamentais dos parceiros (Jones & Hunter 1993; Sætre *et al.* 1994; Sundberg 1995; Collins & Cate 1996; Daunt *et al.* 2003; Kraaijeveld *et al.* 2004). Existe até mesmo evidência da escolha de fêmeas, por parte dos machos, com base em características sexuais secundárias (Griggio *et al.* 2005).

Existem três explicações plausíveis para os resultados obtidos. Uma primeira possibilidade é que as fêmeas consigam identificar as diferenças fenotípicas entre os machos, mas não exerçam ativamente uma escolha, pelo menos em cativeiro. Existem alguns modelos teóricos que apontam a possibilidade de que fêmeas devem reduzir seu limiar de exigências com relação à atratividade do macho dependendo da urgência para o acasalamento ou circunstâncias ambientais ou sociais (Real 1990; Jennions & Petrie 1997). Existe já alguma evidência empírica que sustenta essa hipótese de plasticidade por parte da fêmea em suas escolhas de acasalamento. Por exemplo, fêmeas do sapo *Physalaemus pustulosus*, mostraram uma maior receptividade e permissividade quando dispunham de menor tempo para realizar a postura de seus ovos. Porém, as fêmeas não perderam sua capacidade de discriminação (Lynch *et al.* 2005).

No caso do tiziu, que é socialmente monogâmico (Almeida & Macedo 2001), existe evidência de que cerca de 50% dos filhotes são fruto de cópulas extrapar (Carvalho 2002). As fêmeas, durante o acasalamento, talvez tenham uma alta propensão a aceitar até mesmo

machos não muito atrativos (Jennions & Petrie 1997). Aceitando machos de forma menos discriminativa, teriam rápido acesso a um território e aos cuidados parentais dos machos com os quais acasalam-se socialmente. As fêmeas poderiam optar por cópulas extrapair a fim de obter melhor qualidade genética para aumentar a aptidão de sua prole, selecionando ativamente machos com ornamentação e condição superiores, e conseqüentemente um melhor status de parasitismo. As fêmeas utilizadas neste estudo não estavam acasaladas, assim podem ter escolhido de forma passiva e aleatória os parceiros para o acasalamento social.

Uma segunda explicação para os resultados do trabalho pode ser que a escolha exercida por fêmeas com base em apenas algumas características ornamentais e morfológicas pode representar apenas uma avaliação parcial do sistema de seleção de parceiros em algumas espécies. A escolha da fêmea pode ser mediada através da avaliação de múltiplos ornamentos (Burley 1981; Zuk *et al.* 1992; Zuk *et al.* 1995; Hill *et al.* 1999; Andersson *et al.* 2002), que podem não ter sido considerados neste estudo. É possível que outras características, ou combinações destas, sejam mais importantes e não tenham sido afetadas pelo grau de parasitismo dos machos. Uma das observações efetuadas durante o estudo é de que, ao contrário do que se verifica em ambiente natural, os machos não emitiam vocalizações ao saltarem. Talvez a avaliação do canto, acoplado ao display e em conjunto com a qualidade das características morfológicas dos machos, seja importante na escolha de parceiros dentro desta espécie. O canto de aves pode ser objeto de seleção sexual e permitir a escolha de parceiros que garantirão maior aptidão às fêmeas (Nolan & Hill 2004; Cotton *et al.* 2005; Tomaszycski & Adkins-Regan 2005). Um segundo componente de ornamentação que não foi avaliado neste estudo envolve a reflectância da plumagem estrutural que, em outros estudos com tizius, já se mostrou ser uma característica

interligada à condição física dos machos (Doucet 2002) e possivelmente ao grau de parasitismo (Costa & Macedo 2005).

Finalmente, uma terceira explicação é possível. A avaliação da qualidade ornamental e morfológica do macho pode também não ser suficiente para garantir uma maior aptidão às fêmeas. Em algumas espécies, a avaliação de características relacionadas ao local de reprodução, ou do próprio ninho (Björklund 1990; Svensson & Kvarnemo 2003; Coleman *et al.* 2004) foram mais importantes para as escolhas de fêmeas do que a ornamentação dos machos. Obviamente, a realização do experimento de escolha em cativeiro não permitiu a avaliação da qualidade do território dos machos. Os territórios de tizius são defendidos ativamente pelos machos, variam em tamanho, e ocorrem primariamente em áreas com determinado tipo de estrutura vegetal (Alderton 1963; Almeida & Macedo 2001; Carvalho 2002). O tiziu escolhe ativamente o sítio de nidificação, e reproduções bem e mal sucedidas divergem em alguns aspectos quanto ao sítio de nidificação (Aguilar e Macedo em preparação). Portanto, existe a possibilidade de que fêmeas dêem grande importância também ao aspecto territorial no processo de escolha do parceiro.

O segundo objetivo do trabalho foi avaliar o impacto do parasitismo sobre o processo decisório efetuado pela fêmea do tiziu. Os resultados indicam que o grau de parasitismo das fêmeas parece também não ter influenciado as escolhas realizadas. Evidências recentes na literatura sugerem que o parasitismo pode ou não afetar as fêmeas nesse contexto. Por exemplo, fêmeas do peixe *Poecilia reticulata* infectadas pelo parasita *Gyrodactylus turnbulli* mostraram uma discriminação significativamente menor em suas preferências por parceiros quando comparadas a fêmeas saudáveis, escolhendo machos menos ostentosos (Lopez 1999). De forma similar, fêmeas do peixe *Gobiomorphus*

breviceps fizeram poucas avaliações de parceiros e tenderam a escolher parceiros de baixa qualidade quando abrigavam um grande número de cistos de trematóides (Poulin 1994). Esses e outros estudos sugerem que a ornamentação de machos como sinal de resistência ao parasitismo terá efeito sobre a escolha da fêmea, desde que esta não esteja ela própria afetada por parasitismo. Por outro lado, existem estudos com resultados contrários. Webberley *et al.* (2002) não encontraram evidência de qualquer efeito sobre a escolha do parceiro para o besouro *Adalia bipunctata*, infectados pelo ectoparasita *Coccipolipus hippodamiae*. No presente estudo, fêmeas parasitadas exibiram a mesma passividade referente às escolhas que aquelas de fêmeas saudáveis. Isso sugere que fêmeas saudáveis mantêm um limiar relativamente baixo de aceitação de machos.

Em estudos no campo, a dificuldade de observação de características que parecem ser importantes na escolha de parceiros leva à incerteza sobre quais características são objeto de seleção. Normalmente, estudos experimentais fornecem resultados bastante conclusivos, devido às condições controladas, que nem sempre podem ser obtidas em estudos de campo (Zuk 1988; Møller *et al.* 1999). Por outro lado, estudos em laboratório podem ser difíceis de se compreender se as características que afetam a escolha do parceiro sob condições controladas são relevantes apenas no campo (Zuk 1988). O desenho experimental deste estudo nos permitiu conclusões sobre a escolha de fêmeas entre machos que exibiram apenas parte de sua ornamentação. Outras questões relevantes que indubitavelmente são importantes no processo de seleção sexual nessa espécie precisam ser também investigadas, tais como o canto, que faz parte do display no campo, além do contraste entre acasalamento social versus cópulas extrapar. Assim, novos estudos experimentais e de campo são necessários para uma compreensão mais holística do sistema de escolhas de fêmeas do tiziu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alderton, C. C.** 1963. The breeding behavior of the Blue-black Grassquit. *Condor*, 65, 154-162.
- Almeida, J. B. & Macedo, R. H.** 2001. Lek-like mating system of the monogamous Blue-black Grassquit. *Auk*, 118, 404-411.
- Andersson, S., Pryke, S. R., Örnborg, J., Lawes, M. J. & Andersson, M.** 2002. Multiple receivers, multiple ornaments, and a trade – off between agonistic and epigamic signaling in a Widowbird. *Am. Nat.*, 160, 683-691.
- Antas, P. de T. Z. & Cavalcanti, R. B.** 1998. *Aves comuns do Planalto Central*. Brasília, Editora UnB, 238 pgs.
- Autodesk** 1997. Autocad Release 14.0. Acis@Copyright (1994, 1997) Spatial Technology, Inc., Three – Space Ltda. and Applied Geometry Corp.
- Ballentine, B. & Hill, G. E.** 2003. Female mate choice in relation to structural plumage coloration in blue grosbeaks. *Condor*, 105, 593-598.
- Björklund, M.** 1990. Mate choice is not important for female reproductive success in the common Rosenfinch (*Carpodacus erythrinus*). *Auk*, 107, 35-45.
- Borgia, G., Egey, M., Uy, J. A. & Patricelli, G. L.** 2004. Juvenile infection and male display: testing the bright male hypothesis across individual life histories. *Behav. Ecol.*, 15, 722-728.
- Brawner, W. R. & Hill, G. E.** 1999. Temporal variation in shedding of coccidial oocysts: implications for sexual-selection studies. *Can. J. Zool.*, 77, 347-350.

- Brooks, R. & Endler, J. A.** 2001. Female guppies agree to differ: phenotypic and genetic variation in mate-choice behavior and the consequences for sexual selection. *Evolution*, 55, 1644-1655.
- Burley, N.** 1981. Mate choice by multiple criteria in a monogamous species. *Am. Nat.*, 117, 515-528.
- Carvalho, C. B. V. de** 2002. *Biologia reprodutiva e ecologia comportamental de Volatinia jacarina (Aves: Emberezidae) em uma área de cerrado: um estudo utilizando marcadores moleculares microsátélites*. Tese de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Coleman, S. W., Patricelli, G. L. & Borgia, G.** 2004. Variable female preferences drive complex male displays. *Nature*, 428, 742-745.
- Collins, S. A. & Cate, C. T.** 1996. Does beak colour affect female preference in zebra finches? *Anim. Behav.*, 52, 105-112.
- Córdoba-Aguilar, A., Salamanca-Ocaña, J. C. & Lopezaraiza, M.** 2003. Female reproductive decisions and parasite burden in a calopterygid damselfly (Insecta: Odonata). *Anim. Behav.*, 66, 81-87.
- Costa, F. J. V. & Macedo, R. H. F.** 2005. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *Anim. Behav.* 70:1401-1409.
- Cotton, S., Rogers, D. W. & Pomiankowski, A.** 2005. Sexual selection: the importance of long term fitness measures. *Current Biol.*, 15, 334-336.
- Coutinho, L. M.** 2000. O bioma do cerrado. In: *Eugene Warming e o cerrado brasileiro* (Ed. by A. L. Klein). Editora UNESP, São Paulo, SP.

- Daunt, F., Monaghan, P., Wanless, S. & Harris, M. P.** 2003. Sexual ornament size and breeding performance in female and male European Shags *Phalacrocorax aristotelis*. *IBIS*, 145, 54-60.
- Doucet, S. M.** 2002. Structural plumage coloration, male body size and condition in the blue-black grassquit. *Condor*, 104, 30-38.
- Doucet, S. M. & Montgomerie, R.** 2003. Structural plumage colour and parasites in satin bowerbirds *Ptilonorhynchus violaceus*: implications for sexual selection. *J. Avian Biol.*, 34, 237-242.
- Fitze, P. S. & Richner, H.** 2002. Differential effects of a parasite on ornamental structures based on melanins and carotenoids. *Behav. Ecol.*, 13, 401-407.
- Foreyt, W. J.** 2005. *Parasitologia veterinária: manual de referência*. 5ª edição, Roca, São Paulo, Brasil.
- Godin, J. J., Herdman, E. J. E. & Dugatkin, L. A.** 2005. Social influences on female mate choice in guppy, *Poecilia reticulata*: generalized and repeatable trait-copying behaviour. *Anim. Behav.*, 69, 999-1005.
- Griggio, M., Valera, F., Casas, A. & Pilastro, A.** 2005. Males prefer ornamented females: a field experiment of male choice in the rock sparrow. *Anim. Behav.*, 69, 1243-1250.
- Hamilton, W. D. & Zuk, M.** 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science*, 218, 384-386.
- Hill, J. A., Enstrom, D. A., Ketterson, E. D., Nolan, V. & Ziegenfus, C.** 1999. Mate choice based on static versus dynamic secondary sexual traits in the dark-eyed junco. *Behav. Ecol.*, 10, 91-96.

- Hill, G. E., Doucet, S. M. & Buchholz, R.** 2005. The effect of coccidial infection on iridescent plumage coloration in wild turkeys. *Anim. Behav.*, 69, 387-394.
- Hõrak, P., Saks, L., Karu, U., Ots, I., Surai, P. F. & McGraw, K. J.** 2004. How coccidian parasites affect health and appearance of greenfinches. *J. Anim. Ecol.*, 73, 935-947.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)**
1994. *Manual de anilhamento de aves silvestres*. 2ª edição, Brasília, DF, Brasil.
- Jennions, M. D.** 1998. The effect of leg band symmetry on female – male association in zebra finches. *Anim. Behav.*, 55, 61-67.
- Jennions, M. D. & Petrie, M.** 1997. Variation in mate choice and mating preferences: a review of causes and consequences. *Biol. Rev.*, 72, 283-327.
- Johnson, L. L. & Boyce, M. S.** 1991. Female choice of males with low parasite loads in sage grouse. In: *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour* (Ed. by E. Loya & M. Zuk.). Oxford Ornithology Series. Oxford University Press, New York.
- Jones, I. L. & Hunter, F. M.** 1993. Mutual sexual selection in a monogamous seabird. *Nature*, 362, 238-239.
- Kanegae, M. F.** 2003. *Comparação dos padrões de ectoparasitismo em aves de cerrado e de mata de galeria do Distrito Federal*. Dissertação de mestrado do curso de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Kodric-Brown, A. & Nicoletto, P. F.** 2001. Age and experience affect female choice in the guppy (*Poecilia reticulata*). *Am. Nat.*, 157, 316-323.

- Komdeur, J., Oorebeek, M., Overveld, T. & Cuthill, I. C.** 2005. Mutual ornamentation, age, and reproductive performance in the European Starling. *Behav. Ecol.*, 16, 805-817.
- Kraaijeveld, K., Gregurke, J., Hall, C., Komdeur, J. & Mulder, R. A.** 2004. Mutual ornamentation, sexual selection, and social dominance in black swan. *Behav. Ecol.*, 15, 380-389.
- Ligon, J. D. & Zwartjes, P. W.** 1995. Ornate plumage of male red junglefowl does not influence mate choice by females. *Anim. Behav.*, 49, 117-125.
- Lopez, S.** 1999. Parasitized female guppies do not prefer showy males. *Behaviour*, 57, 1129-1134.
- Lynch, K. S., Rand, S., Ryan, M. J. & Wilczynski, W.** 2005. Plasticity in female mate choice associated with changing reproductive states. *Anim. Behav.*, 69, 689-699.
- MacDougall-Shackleton, E. A., Derryberry, E. P. & Hahn, T. P.** 2002. Nonlocal male mountain white-crowned sparrows have lower paternity and higher parasite loads than males singing local dialect. *Behav. Ecol.*, 13, 682-689.
- Møller, A. P., Christe, P. & Lux, E.** 1999. Parasitism, host immune function, and sexual selection. *Quart. Rev. Biol.*, 74, 3-20.
- Nicoletto, P. F.** 1995. Offspring quality and female choice in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Anim. Behav.*, 49, 377-387.
- Nolan, P. M. & Hill, G. E.** 2004. Female choice for song characteristics in the house finch. *Anim. Behav.*, 67, 403-410.
- Pocklington, R. & Dill, L. M.** 1995. Predation on females or males: who pays for bright male traits? *Anim. Behav.*, 49, 1122-1124.

- Polak, M. & Markow, T. A.** 1995. Effect of ectoparasitic mites on sexual selection in a sonoran desert fruitfly. *Evolution*, 49, 660-669.
- Poulin, R.** 1994. Mate choice decisions by parasitized female upland bullies, *Gobiomorphus breviceps*. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 256, 183-187.
- Poulin, R. & Vickery, W. L.** 1996. Parasite-mediated selection: just how choosy are parasitized females? *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 38, 43-49.
- Real, L. A.** 1990. Search theory and mate choice. I. Models of single-sex discrimination. *Am. Nat.*, 136, 376-405.
- Sætre, G., Dale, S. & Slagsvold, T.** 1994. Female pied flycatchers prefer brightly coloured males. *Anim. Behav.*, 48, 1407-1415.
- Sick, H.** 1997. *Ornitologia Brasileira*, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Sloss, M. W., Kemp, R. L. & Zajac, A. M.** 1999. *Parasitologia clínica veterinária*. Sexta edição, Editora Manole Ltda., São Paulo, Brasil.
- StatSoft, Inc.** 2001. *STATISTICA for Windows* [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., Tulsa, OK.
- Sundberg, J.** 1995. Female yellowhammers (*Emberiza citronella*) prefer yellower males: a laboratory experiment. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 37, 275-282.
- Svensson, O. & Kvarnemo, C.** 2003. Sexually selected nest-building – *Pomatoschistus minutus* males build smaller nest-openings in the presence of sneaker males. *J. Evol. Biol.*, 16, 896-902.
- Tomaszycki, M. L. & Adkins-Regan, E.** 2005. Experimental alteration of male song quality and output affects female mate choice and pair bond formation in zebra finches. *Anim. Behav.*, 70, 785-794.

- Uy, J. A. C., Patricelli, G. L. & Borgia, G.** 2001. Complex mate searching in the Satin Bowerbird *Ptilonorhynchus violaceus*. *Am. Nat.*, 158, 530-542.
- Webberley, K. M., Hurst, G. D. D., Buszko J. & Majerus, M. E. N.** 2002. Lack of parasite-mediated sexual selection in a ladybird/ sexually transmitted disease system. *Anim. Behav.*, 63, 131-141.
- Wiehn, J. & Korpimäki, E.** 1998. Resource levels, reproduction and resistance to haematozoan infections. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 265, 1197-1201.
- Zuk, M.** 1988. Parasite load, body size, and age of wild-caught male field crickets (Orthoptera: Gryllidae): effects on sexual selection. *Evolution*, 42, 969-976.
- Zuk, M., Ligon, J. D. & Thornhill, R.** 1992. Effects of experimental manipulation of male secondary sex characters on female mate preference in red jungle fowl. *Anim. Behav.*, 44, 999-1006.
- Zuk, M., Popma, S. L. & Johnsen, T. S.** 1995. Male courtship displays, ornaments and female mate choice in captive red jungle fowl. *Behaviour*, 132, 821-836.

Tabela 1. Escolha (tempo em mins; média \pm EP) efetuada por fêmeas classificadas pelo seu estado de saúde (agrupadas, parasitadas ou saudáveis) por machos nas categorias de parasitados (MP) e saudáveis (MS). Os tempos refletem as médias de todos os testes realizados com cada par de machos.

<i>Dupla</i>	Todas as Fêmeas		Fêmeas Parasitadas		Fêmeas Saudáveis	
	MP	MS	MP	MS	MP	MS
A	19,0 \pm 2,4	31,8 \pm 4,5	16,0	43,0 \pm 3,4	20,0 \pm 2,6	24,3 \pm 4,8
B	22,7 \pm 5,3	22,7 \pm 5,3	47,0	22,7 \pm 5,3	19,0 \pm 3,9	0
C	15,5 \pm 2,5	41,0 \pm 4,3	20,0	40,7 \pm 4,8	11,0	36,0 \pm 2,9
D	40,3 \pm 3,6	34,0 \pm 3,7	48,0	41,5 \pm 4,9	36,5 \pm 4,0	19,0
E	39,3 \pm 4,4	36,0 \pm 5,7	49,0	36,0 \pm 5,7	34,5 \pm 5,0	60,0
F	32,0 \pm 4,9	47,3 \pm 5,8	21,0 \pm 4,6	43	54,0	49,5 \pm 6,9
G	59,7 \pm 5,2	31,3 \pm 5,6	32,0	36,5 \pm 6,5	73,5 \pm 4,4	21,0
H	14,0 \pm 3,6	15,0 \pm 2,7	15,5 \pm 1,9	20	11,0	10,0
I	57,0 \pm 1,7	44,3 \pm 5,3	59,0	53,3 \pm 6,1	55,0	35,3 \pm 4,2
J	61,8 \pm 3,0	70,0 \pm 5,6	60,5 \pm 3,6	62,0 \pm 2,9	55,5 \pm 2,8	78,0 \pm 7,1
K	44,7 \pm 4,0	44,5 \pm 4,8	49,5 \pm 3,3	44,5 \pm 4,8	42,8 \pm 4,2	0
L	53,0 \pm 2,7	53,0 \pm 2,9	0	59	53,0 \pm 2,7	47,0
M	45,8 \pm 4,6	54,3 \pm 3,5	47,0 \pm 1,7	49,0 \pm 4,1	44,5 \pm 6,0	59,7 \pm 0,8
N	55,8 \pm 2,9	49,8 \pm 3,6	49,7 \pm 2,8	55,0 \pm 3,0	62,0 \pm 1,9	34,0
O	45,5 \pm 1,9	41,6 \pm 3,9	48	29,5 \pm 1,5	43,0	49,7 \pm 3,7
P	44,8 \pm 3,9	77,8 \pm 5,0	43,7 \pm 4,3	65,5 \pm 3,9	48,0	86,0 \pm 5,4

Tabela 1 (continuação)

<i>Dupla</i>	Todas as Fêmeas		Fêmeas Parasitadas		Fêmeas Saudáveis	
	MP	MS	MP	MS	MP	MS
Q	58,5 ± 3,0	63,0	54,0 ± 1,7	63,0	63,0 ± 3,6	0
R	44,0 ± 4,2	50,0 ± 3,1	47,7 ± 4,4	42,5 ± 2,5	33,0	57,5 ± 1,9
S	75,0 ± 6,3	51,3 ± 5,8	61,0 ± 7,2	26,5 ± 5,0	89,0 ± 5,3	76,0 ± 4,4
T	56,6 ± 5,8	54,5 ± 3,5	35,3 ± 5,0	54,5 ± 3,5	72,5 ± 5,7	0
Média ± EP	44,3 ± 4,1	45,7 ± 3,9	42,3 ± 3,8	44,4 ± 3,7	46,0 ± 4,6	37,2 ± 5,3
Teste <i>t</i>	<i>t</i> = 0,09; <i>p</i> = 0,92		<i>t</i> = 0,05; <i>p</i> = 0,96		<i>t</i> = 0,001; <i>p</i> = 1,00	

Tabela 2 – Teste *t* comparando características morfológicas e de display de machos parasitados e saudáveis, de cada dupla, ao longo dos cinco meses de estudo. As células em branco são aquelas onde não foi possível a realização do teste estatístico devido ao tamanho das amostras.

Dupla	Variáveis*						
	Peso/ Tarso	Plumagem	Mancha/ Asa	Persistência	Tempo Saltos	Taxa x/y	Altura
A	t = 0,6	t = 3,7	t = 2,1	t = 1,8	t = 1,1	t = 1,5	t = 1,5
	p = 0,55	p < 0,05	p = 0,07	p = 0,13	p = 0,19	p = 0,19	p = 0,19
B	t = 1,0	t = 1,1	t = 2,6				
	p = 0,33	p = 0,31	p = 0,03				
C	t = 0,4	t = 7,1	t = 10,3	t = 1,5	t = 4,3	t = 1,6	t = 0,6
	p = 0,68	p < 0,05	p < 0,05	p = 0,21	p < 0,05	p = 0,18	p = 0,55
D	t = 5,7	t = 2,3	t = 13,9	t = 3,7	t = 1,0	t = 0,8	t = 0,9
	p < 0,05	p = 0,04	p < 0,05	p = 0,03	p = 0,39	p = 0,48	p = 0,45
E	t = 3,5	t = 0,1	t = 3,9	t = 1,0	t = 1,2	t = 1,5	t = 1,4
	p < 0,05	p = 0,96	p < 0,01	p = 0,40	p = 0,32	p = 0,23	p = 0,25
F	t = 0,7	t = 2,9	t = 0,4				
	p = 0,49	p = 0,02	p = 0,68				
G	t = 0,7	t = 3,8	t = 7,8				
	p = 0,53	p < 0,05	p < 0,05				
H	t = 1,6	t = 5,0	t = 0,4	t = 1,0	t = 3,2	t = 2,1	t = 5,3
	p = 0,13	p < 0,05	p = 0,71	p = 0,36	p = 0,033	p = 0,10	p < 0,05

Tabela 2 (continuação)

Dupla	Variáveis*						
	Peso/ Tarso	Plumagem	Mancha/ Asa	Persistência	Tempo Saltos	Taxa x/y	Altura
I	t = 0,6	t = 0,4	t = 0,1	t = 2,7	t = 1,5	t = 2,7	t = 2,7
	p = 0,54	p = 0,71	p = 0,93	p = 0,06	p = 0,21	p = 0,05	p = 0,04
J	t = 0,3	t = 0,3	t = 6,5	t = 0,6	t = 0,5	t = 0,2	t = 0,6
	p = 0,78	p = 0,76	p < 0,05	p = 0,61	p = 0,62	p = 0,88	p = 0,57
K	t = 0,4	t = 2,2	t = 8,5	t = 2,3	t = 1,5	t = 0,9	t = 1,2
	p = 0,71	p = 0,06	p < 0,05	p = 0,15	p = 0,27	p = 0,46	p = 0,37
L	t = 0,4	t = 1,0	t = 4,9				
	p = 0,74	p = 0,37	p < 0,05				
M	t = 2,4	t = 0,3	t = 5,2	t = 3,9	t = 2,1	t = 2,2	t = 7,4
	p = 0,04	p = 0,80	p < 0,05	p = 0,02	p = 0,11	p = 0,09	p < 0,05
N	t = 0,9	t = 0,9	t = 3,9	t = 10,5	t = 2,1	t = 4,7	t = 4,5
	p = 0,41	p = 0,40	p < 0,05	p < 0,05	p = 0,11	p = 0,01	p = 0,01
O	t = 0,2	t = 0,9	t = 1,0	t = 2,0	t = 1,2	t = 0,2	t = 0,2
	p = 0,88	p = 0,41	p = 0,34	p = 0,12	p = 0,31	p = 0,82	p = 0,83
P	t = 3,4	t = 2,6	t = 9,6	t = 0,9	t = 0,5	t = 0,3	t = 0,6
	p = 0,01	p = 0,03	p < 0,05	p = 0,40	p = 0,68	p = 0,79	t = 0,56
Q	t = 0,4	t = 3,6	t = 1,8				
	p = 0,67	p = 0,009	p = 0,12				

Tabela 2 (continuação)

Dupla	Variáveis*						
	Peso/ Tarso	Plumagem	Mancha/ Asa	Persistência	Tempo Saltos	Taxa x/y	Altura
R	t = 0,7 p = 0,50	t = 0,6 p = 0,60	t = 1,8 p = 0,10	t = 5,1 p = 0,04	t = 1,1 p = 0,39	t = 1,7 p = 0,23	t = 1,9 p = 0,20
S	t = 1,6 p = 0,16	t = 2,0 p = 0,08	t = 14,2 p < 0,05	t = 2,1 p = 0,17	t = 0,3 p = 0,80	t = 1,33 p = 0,31	t = 0,01 p = 0,10
T	t = 3,8 p < 0,05	t = 0,2 p = 0,85	t = 3,6 p < 0,05	t = 0,1 p = 0,34	t = 2,3 p = 0,15	t = 2,8 p = 0,11	t = 2,6 p = 0,12

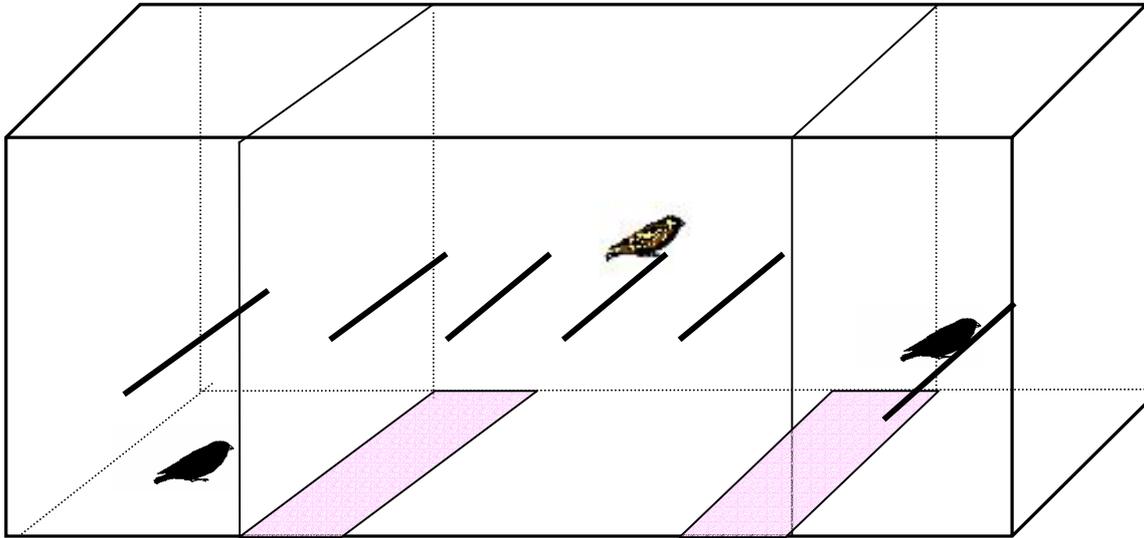
*Variáveis descritas no Capítulo I, se referem a avaliação dos machos.

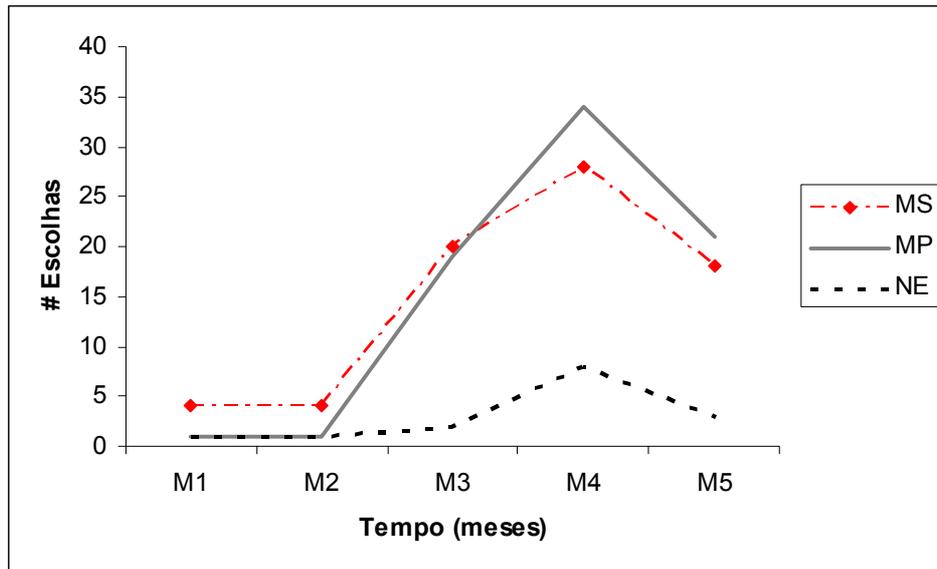
Legenda de Figura

Figura 1. Esquema gráfico do viveiro experimental utilizado nos testes de escolha. Nos compartimentos das extremidades eram colocados os machos e no compartimento central a fêmea. A área sombreada corresponde a área de escolha da fêmea.

Figura 2 – Número de escolhas realizadas nos experimentos ao longo dos cinco meses de estudo. As fêmeas podiam não realizar escolha alguma (NE), escolher machos não parasitados (MNP) ou escolher machos saudáveis (S).

Fig. 1





CAPÍTULO III

Influência do parasitismo sobre a condição corporal de fêmeas de *Volatina jacarina* (Aves, Emberizidae)

Resumo

Muitos estudos recentes discutem a influência do parasitismo sobre a condição corporal e ornamentos de machos. Porém, pouco se tem relatado sobre fêmeas, que podem ter sua condição corporal, sucesso reprodutivo e capacidade de escolha prejudicados por parasitas. Contudo, devido à maior concentração de testosterona em machos que exibem ornamentos, e ao fato deste hormônio agir como imunossupressor, espera-se que o efeito deletério de parasitas seja muito maior sobre machos. As aves abrigam diversos parasitas, nas regiões externas e internas do corpo que podem prejudicar a saúde e sobrevivência de seus hospedeiros. O presente estudo pretende investigar o efeito do parasitismo sobre a condição corporal de fêmeas de *Volatina jacarina*. Esta ave é comum em áreas abertas e apresenta plumagem parda (com exceção de machos no período reprodutivo). Foram capturadas 48 fêmeas na área do campus Darcy Ribeiro, UnB, DF. Estas fêmeas foram divididas em dois grupos: fêmeas parasitadas e não parasitadas (tratadas contra parasitas). Parasitas internos e externos foram avaliados mensalmente para os grupos. As fêmeas dos dois grupos não diferiram quanto a nenhum aspecto morfológico, indicando que não há

nenhum efeito do parasitismo sobre a condição corporal de fêmeas. Fêmeas apresentaram maior prevalência e intensidade média de parasitas à época da captura do que machos capturados na mesma área e período.

INTRODUÇÃO

Muito se tem discutido na literatura sobre como parasitas afetam a condição corporal e ornamentos em machos (Fitze & Richner 2002; Doucet & Montgomerie 2003; Figuerola *et al.* 2003; Hõrak *et al.* 2004; Hill *et al.* 2005) no contexto da hipótese de Hamilton e Zuk (1982). Essa hipótese estabelece que parasitas representam uma força seletiva que gera, em ciclos sucessivos, maior resistência por parte dos hospedeiros à patogenicidade parasitária. A resistência dos machos aos parasitas seria característica hereditária, e portanto, cobijada por parte de fêmeas que procuram garantir maior sucesso à sua prole. Machos resistentes aos parasitas teriam condições de exibir características sexuais secundárias com maior exuberância, e seriam desta forma escolhidos por fêmeas. Contudo, poucos destes estudos relatam como o parasitismo afeta a condição corporal de fêmeas (Wiehn & Korpimäki 1998, Doucet & Montgomerie 2003), sua capacidade de escolha de machos mais atraentes, e seu sucesso reprodutivo (Korpimäki *et al.* 1993).

Fêmeas podem ter sua capacidade de escolha prejudicada pela ação de parasitas (Poulin 1994; Lopez 1999; Córdoba-Aguilar *et al.* 2003), uma vez que a escolha de parceiros exige investimento em amostragem e avaliação dos potenciais parceiros (Jennions & Petrie 1997). Contudo, como o investimento de machos em ornamentos normalmente exige uma maior produção de testosterona, que por sua vez pode funcionar como

imunossupressor, espera-se que machos sejam mais severamente afetados por parasitas do que fêmeas (Folstad & Karter 1992; Dufva & Allander 1995; Zuk 1996; Figuerola *et al.* 1999; Duckworth *et al.* 2001; Stoehr & Hill 2001).

Diversos tipos de parasitas são encontrados em aves, como ectoparasitas (piolhos Mallophaga, pulgas Siphonaptera, dípteros Hippoboscidae, Culicidae e Simuliidae, carrapatos Ixodidae e Argasidae e ácaros) (Boyd 1951) e endoparasitas (protozoários *Eimeria* e *Isospora* e vermes intestinais ascarídeos e cestódeos, bem como protozoários sanguíneos *Plasmodium*, *Leucocytozoon* e *Haemoproteus*) (Friend & Frason 1999; Sloss *et al.* 1999). Os ectoparasitas mais comuns, os piolhos, normalmente não causam muitos danos aos seus hospedeiros, ao contrário dos demais ectoparasitas (Boyd 1951). Já os protozoários intestinais, coccídeos, invadem o trato intestinal das aves (Hadley 1916), onde retiram os nutrientes necessários para sobreviver e prejudicam a capacidade de absorção do hospedeiro (Friend & Frason 1999). Aves severamente infectadas morrem rapidamente. Os vermes ascarídeos podem causar diarreias e anemias, enquanto os vermes cestóides são mais nocivos durante a fase de desenvolvimento das aves (Cole 1999; Cole & Friend 1999). Quanto aos protozoários sanguíneos, as espécies dos gêneros *Plasmodium* e *Leucocytozoon* são capazes de causar anemia severa, perda de peso e morte em aves susceptíveis. Já as espécies de *Haemoproteus* são menos patogênicas, com apenas alguns casos esparsos de registros de mortalidade natural em aves silvestres (Atkinson & Riper III 1991; Atkinson 1999; Friend & Frason 1999).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o impacto do parasitismo sobre a condição corporal e a saúde de fêmeas de tiziu (*Volatinia jacarina*). As fêmeas e imaturos de *V. jacarina*, apresentam uma coloração parda, com áreas inferiores esbranquiçadas.

Apenas os machos apresentam uma plumagem diferenciada (plumagem nupcial) durante o período reprodutivo. São encontrados em áreas de vegetações abertas, alteradas ou não (Sick 1997) e sua reprodução ocorre entre novembro e abril, no Distrito Federal (Antas & Cavalcanti 1998; Almeida & Macedo 2001, Carvalho 2007).

O impacto dos parasitas foi verificado por meio da manipulação do grau de parasitismo de fêmeas divididas em dois grupos: parasitadas e saudáveis. Testamos a hipótese de que fêmeas parasitadas terão sua condição corporal prejudicada quando comparadas a fêmeas não parasitadas.

MÉTODOS E ÁREA DE ESTUDO

As fêmeas foram capturadas no campus Darcy Ribeiro, da UnB (Brasília, Distrito Federal: 15°46'S, 47°52'W). Esta área alterada de cerrado apresenta, como outras áreas de cerrado, um clima tropical sazonal, com inverno seco. As temperaturas médias variam entre 22 e 23°C, assim como a precipitação média anual que varia entre 1200 e 1800mm (Coutinho 2000).

Foram capturadas 48 fêmeas, das quais 17 fugiram e duas morreram, ao longo das estações reprodutivas de 2003 – 2004 e 2004 – 2005. As aves foram avaliadas quanto à morfometria e o parasitismo (veja abaixo) tanto no momento de captura como mensalmente, durante o experimento. Depois de anilhadas (anilhas metálicas fornecidas pelo CEMAVE), as fêmeas foram pesadas e medidas (comprimento de asa, cauda tarso e narina) com auxílio de dinamômetro e paquímetro.

A presença de carrapatos e piolhos foi verificada em todo o corpo da ave, colocando as penas da asa e cauda contra a luz e utilizando uma pequena lupa. Alguns parasitas encontrados foram coletados e conservados em álcool 70% para posterior identificação

(Kanegae 2003). Para a avaliação dos parasitas internos coletou-se amostras de fezes e de sangue. As fezes frescas eram homogeneizadas em eppendorfs com água, sedimentadas e conservadas em geladeira até o momento da análise (Foreyt 1995, Sloss *et al.* 1999). Em microscópio óptico, as amostras eram analisadas colocando-se três diferentes alíquotas de cada amostra em três lâminas, subseqüentemente coradas com lugol e cobertas por lamínulas que tinham toda a sua área percorrida. A análise permitiu a identificação e contagem de ovos de vermes e oocistos de protozoários. Este método tem a vantagem de permitir a visualização de alguns ovos de trematóides e cestóides (Sloss *et al.* 1999).

Protozoários sanguíneos foram avaliados em esfregaços produzidos a partir da retirada de uma gota de sangue do tarso das aves, com uma lanceta descartável. Este esfregaço era fixado com metanol e as lâminas eram posteriormente coradas com GIEMSA (Foreyt 1995, Sloss *et al.* 1999). Em microscópio óptico, com lente de imersão, 100 campos (cerca de 10.000 células vermelhas) eram percorridos, evitando-se áreas que não estavam bem coradas ou continham artefatos do preparo. Todas as análises da presença e quantidade de parasitas, bem como as medidas morfométricas, foram realizadas mensalmente.

Após a triagem descrita acima as fêmeas ($N = 29$) foram divididas em dois grupos: fêmeas parasitadas ($N = 13$) e saudáveis ($N = 16$). As fêmeas do grupo saudável receberam tratamento para parasitas, a base de coccidioestático (sulfametoxazol e trimetoprim), vermífugo (mebendazol) e talco inseticida. As fêmeas do grupo parasitado não receberam tratamento algum. As aves eram mantidas em viveiros amplos e os dois grupos foram mantidos isolados. Todas as fêmeas recebiam rações com vários tipos de painço, “farinhada” (fubá, milho e minerais), areia esterilizada e água com polivitamínicos. Os viveiros eram limpos uma vez por mês e as vasilhas de alimentos lavadas em dias alternados.

Os parâmetros quantificados foram descritos por meio da média \pm erro padrão. Calculou-se a prevalência do parasitismo de acordo com Margolis *et al.* (1982), onde a prevalência é determinada pelo número de indivíduos da espécie do hospedeiro infectados com uma espécie particular de parasita, dividido pelo número de hospedeiros examinados. A prevalência é expressa em porcentagem (%), e foi calculada apenas para o período de captura, uma vez que após a captura os animais foram divididos em grupos e tiveram o grau de parasitismo manipulado. A intensidade média é o número de parasitas encontrados nos hospedeiros, individualmente, e foi calculada usando-se a média da intensidade de contaminação de todas as fêmeas à época da captura e, subseqüentemente, a cada mês. ANOVAS de medidas repetidas foram utilizadas para avaliar a alteração das características morfométricas ao longo do período de estudo. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. As análises foram realizadas no pacote estatístico Statistica 6.0 (StatSoft 2001).

RESULTADOS

Os ectoparasitas encontrados foram os piolhos mastigadores do grupo Mallophaga. A prevalência e intensidade média são descritas na Tabela 1. Os endoparasitas encontrados foram coccídeos, ovos de parasita acantocéfalo, cestóide e de *Ascaridia*, estes últimos agrupados como outros endoparasitas. Não foi encontrado nenhum hemoparasita entre as fêmeas amostradas.

Ao longo dos cinco meses de estudo, foram verificadas diferenças significativas entre o status dos grupos, parasitada versus saudável (ANOVA de medidas repetidas: $F = 2.18$, $g.l. = 9$, $p < 0.005$; Tabela 2), assim como entre os cinco meses do estudo ($F = 2.18$,

$g.l. = 36, p < 0.005$). No entanto, quando os dois fatores foram considerados em conjunto (tempo x tratamento), não foram encontradas diferenças significativas ($F = 0.80, g.l. = 36, p = 0.79$). As análises individuais demonstraram que as variáveis peso, peso/ tarso e intensidade de Mallophaga variaram ao longo do tempo. Para a análise referente ao status, não ocorreram diferenças morfológicas entre os grupos parasitado versus saudável. A única variável que diferiu entre os grupos foi de intensidade de coccídeos, o que já era esperado visto o experimento sendo efetuado, o que demonstrou o sucesso da manipulação (Tabela 2, Figura 1).

DISCUSSÃO

Ao contrário do esperado, a prevalência e intensidade média de coccídeos foi maior para fêmeas do que para machos à época da captura (Aguilar e Macedo em preparação). Em ambos, machos e fêmeas, a manipulação foi bem sucedida em termos de eliminar a infecção de coccídeos no grupo tratado, enquanto a intensidade permaneceu alta para o grupo parasitado. No entanto, apesar de fêmeas no grupo de indivíduos parasitados mantiveram uma alta intensidade de coccídeos, os resultados do experimento demonstram que, ao contrário dos machos (Aguilar e Macedo em preparação), as fêmeas parecem não ter sofrido influência negativa alguma destes parasitas.

São poucos os estudos que comparam níveis de parasitismo de machos e fêmeas, e os resultados não se apresentam de forma padronizada. Por exemplo, ao contrário do que foi verificado neste estudo, Doucet e Montgomerie (2003), verificaram que, em condição silvestre, machos de *Ptilonorhynchus violaceus* (pássaro-caramanchão-cetim)

apresentaram maior prevalência de piolhos (*Myrsidea ptilonorhynchi*) do que fêmeas. O brilho e a coloração em UV das plumagens de machos, fêmeas e jovens foi muito similar. Porém, machos adultos com plumagem mais brilhante apresentaram menor nível de parasitas sanguíneos. Em outro estudo, realizado nos Estados Unidos, não foi encontrada diferença entre machos e fêmeas de *Quiscalus quiscula* (rabo-de-quilha) na prevalência do parasita *Haemoproteus quiscalus*. Contudo, quando analisada a presença de piolhos, a prevalência de ovos e ninfas foi um pouco maior em machos do que em fêmeas (Kirkpatrick *et al.* 1991).

Quanto aos efeitos do parasitismo, poucos estudos relatam algum efeito sobre fêmeas, mas quando ocorrem, normalmente estão relacionados à capacidade de escolha da fêmea infectada. Em fêmeas de peixe *Poecilia reticulata* o parasitismo prejudicou a capacidade de discriminação (Lopez 1999), o que também foi relatado para fêmeas do peixe *Gobiomorphus breviceps* (Poulin 1994). Fêmeas da libélula *Calopteryx haemorrhoidalis* parasitadas com protozoários têm seu sucesso de acasalamento reduzido (Córdoba-Aguilar *et al.* 2003).

Os resultados do presente estudo, e dos demais estudos (Aguilar e Macedo em preparação) realizados com tizius sustentam a hipótese que sugere que o efeito do parasitismo seria mais pronunciado em machos. Presume-se que machos que tem uma resistência genética a parasitas não sofrem muito com os efeitos imunossupressores da testosterona e podem produzi-la em maior quantidade, mantendo seus ornamentos vistosos e exuberantes. Já machos que tem baixa resistência a parasitas devem diminuir a produção da testosterona para não sofrer os efeitos da imunossupressão, pois isso levaria a um estado ainda maior de debilidade frente aos efeitos dos parasitas. Portanto, a hipótese sugere que parte da população de machos não teria a capacidade de exibir características exuberantes

de plumagem, comportamento, etc. Mas de qualquer forma, mesmo machos resistentes a parasitas teriam algum nível de imunossupressão (Folstad & Karter 1992). No entanto, fêmeas não encontram-se comprometidas com relação à produção de testosterona, não sofrendo o efeito imunossupressor deste hormônio. Espera-se, portanto, que o efeito do parasitismo seja percebido mais claramente entre machos, e que fêmeas sejam menos susceptíveis (Folstad & Karter 1992, Dufva & Allander 1995, Zuk 1996, Figuerola *et al.* 1999, Duckworth *et al.* 2001, Stoehr & Hill 2001).

A pouca evidência existente tem sustentado a idéia de que fêmeas sofrem menor efeito deletério de parasitas, quando comparadas a machos. Porém, é ainda necessário se investigar a generalidade deste fenômeno, caracterizar claramente sua natureza hormonal, que ainda se baseia sobre uma suposição, e também estudar os possíveis efeitos do parasitismo sobre as fêmeas. Ao contrário de machos, onde os impactos do parasitismo podem ser primariamente morfológicos e/ou fisiológicos, é possível que os efeitos sobre fêmeas sejam limitados ao comportamento, o que levaria a prejuízos no ato de escolha de parceiros e subseqüentemente a um menor sucesso reprodutivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. B. & Macedo, R. H.** 2001. Lek-like mating system of the monogamous Blue-black Grassquit. *Auk*, 118, 404-411.
- Antas, P. de T. Z. & Cavalcanti, R. B.** 1998. *Aves comuns do Planalto Central*. Brasília, Editora UnB, 238 pgs.

- Atkinson, C. T.** 1991. Vectors, epizootiology, and pathogenicity of avian species of *Haemoproteus* (Haemosporina: Haemoproteidae). *Bull. Soc. Vector Ecol.*, 16, 109-126.
- Atkinson, C. T.** 1999. Hemosporidiosis. In: *Field Manual of Wildlife Diseases* (Ed. by M. Friend & J. C. Franson). USGS, Washington.
- Atkinson, C. T. & Riper III, C. van** 1991. Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leucocytozoon*, and *Haemoproteus*. In: *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour* (Ed. by E. Loye & M. Zuk.). Oxford Ornithology Series. Oxford University Press, New York.
- Boyd, E. M.** 1951. The external parasites of birds: a review. *Wilson Bull.*, 63, 363-369.
- Carvalho, C. B. V. de** 2002. *Biologia reprodutiva e ecologia comportamental de Volatinia jacarina (Aves: Emberezidae) em uma área de cerrado: um estudo utilizando marcadores moleculares microsátélites*. Tese de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- Carvalho, C. V. B., Macedo, R. H. F. & Graves, J. A.** 2007. Reproduction of blue-black grassquits in Central Brazil. *Brazilian Journal of Biology*.
- Cole, R. A.** 1999. Acanthocephaliasis. In: *Field Manual of Wildlife Diseases*. Edt.: M. Friend & J. C. Franson. USGS, Washington.
- Cole, R. A. & Friend, M.** 1999. Miscellaneous parasitic diseases. In: *Field Manual of Wildlife Diseases*. Edts.: M. Friend & J. C. Franson. USGS, Washington.
- Córdoba-Aguilar, A., Salamanca-Ocaña, J. C. & Lopezaraiza, M.** 2003. Female reproductive decisions and parasite burden in a calopterygid damselfly (Insecta: Odonata). *Anim. Behav.*, 66, 81-87.

- Coutinho, L. M.** 2000. O bioma do cerrado. In: *Eugene Warming e o cerrado brasileiro*. Editor A. L. Klein. Editora UNESP, São Paulo, SP.
- Doucet, S. M. & Montgomerie, R.** 2003. Structural plumage colour and parasites in satin bowerbirds *Ptilonorhynchus violaceus*: implications for sexual selection. *J. Avian Biol.*, 34, 237-242.
- Duckworth, R. A., Mendonça, M. T. & Hill, G. E.** 2001. The condition dependence of testosterone and its relation to coccidial infection in the house finch. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 268, 1-6.
- Dufva, R. & Allander, K.** 1995. Intraspecific variation in plumage coloration reflects immune response in Great Tit (*Parus major*) males. *Funct. Ecol.*, 9, 785-789.
- Figuerola, J., Munoz, E., Gutierrez, R. & Ferrer, D.** 1999. Blood parasites, leucocytes and plumage brightness in the Cirl Bunting, *Emberiza cirlus*. *Funct. Ecol.*, 13, 594-601.
- Fitze, P. S. & Richner, H.** 2002. Differential effects of a parasite on ornamental structures based on melanins and carotenoids. *Behav. Ecol.*, 13, 401-407.
- Folstad, I. & Karter, A. J.** 1992. Parasites, bright males and immunocompetence handicap. *Am. Nat.*, 139, 603-622.
- Foreyt, W. J.** 2005. *Parasitologia veterinária: manual de referência*. 5ª edição, Roca, São Paulo, Brasil.
- Friend, M. & Franson, C.** 1999. *Manual of wildlife diseases*. Information and Technology Report, U. S. Fish and Wildlife Service. Washington, DC, United States of America.
- Hadley, P. B.** 1916. Coccidia in subepithelial infections of the intestines of birds. *Contribut.*, 222, 73-78.

- Hamilton, W. D. & Zuk, M** 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science*, 218, 384-386.
- Hill, G. E., Doucet, S. M. & Buchholz, R.** 2005. The effect of coccidial infection on iridescent plumage coloration in wild turkeys. *Anim. Behav.*, 69, 387-394.
- Hõrak, P., Saks, L., Karu, U., Ots, I., Surai, P. F. & McGraw, K. J.** 2004. How coccidian parasites affect health and appearance of greenfinches. *J. Anim. Ecol.*, 73, 935-947.
- Jennions, M. D. & Petrie, M.** 1997. Variation in mate choice and mating preferences: a review of causes and consequences. *Biol. Rev.*, 72, 283-327.
- Kanegae, M. F.** 2003. *Comparação dos padrões de ectoparasitismo em aves de cerrado e de mata de galeria do Distrito Federal*. Dissertação de mestrado do curso de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Kirkpatrick, C. E., Robinson, S. K. & Kitron, U. D.** 1991. Phenotypic correlates of blood parasitism in the common grackle. In: Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour. Edt. E. Loye & M. Zuk. Oxford ornithology series. Oxford University Press, New York.
- Lopez, S.** 1999. Parasitized female guppies do not prefer showy males. *Behaviour*, 57, 1129-1134.
- Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. & Schad, G. A.** 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *J. Parasitol.*, 68, 131-133.
- Poulin, R.** 1994. Mate choice decisions by parasitized female upland bullies, *Gobiomorphus breviceps*. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 256, 183-187.
- Sick, H.** 1997. *Ornitologia Brasileira*, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

- Sloss, M. W., Kemp, R. L. & Zajac, A. M.** 1999. *Parasitologia clínica veterinária*. Sexta edição, Editora Manole Ltda., São Paulo, Brasil.
- StatSoft, Inc.** 2001. *STATISTICA for Windows* [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., Tulsa, OK.
- Stoehr, A. M. & Hill, G. E.** 2001. The effects of elevated testosterone on plumage hue in male House Finches. *J. Avian Biol.*, 32, 153-158.
- Wiehn, J. & Korpimäki, E.** 1998. Resource levels, reproduction and resistance to haematozoan infections. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 265, 1197-1201.
- Zuk, M.** 1996. Disease, endocrine – immune interactions, and sexual selection. *Ecology*, 77, 1037-1042.

Tabela 1. Intensidade e prevalência de parasitismo em fêmeas de *Volatinia jacarina*.

Resultados referentes à época da captura das aves, nas estações reprodutivas de 2003-2004 e 2004-2005, no campus Darcy Ribeiro, UnB, Brasília, DF.

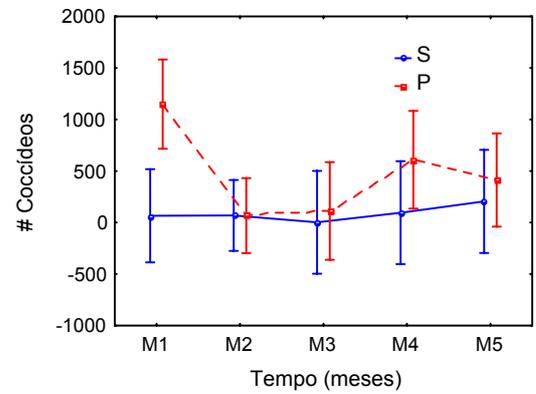
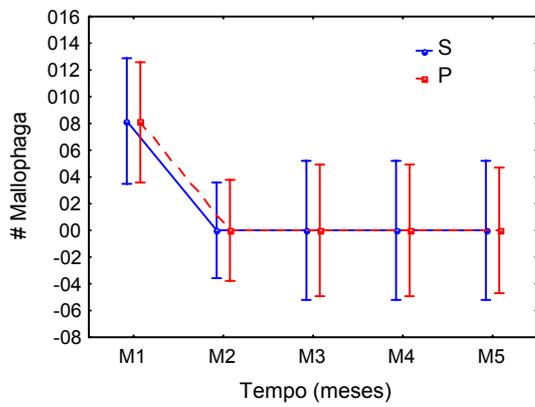
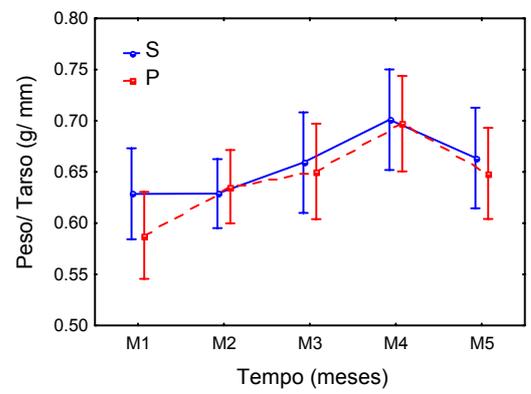
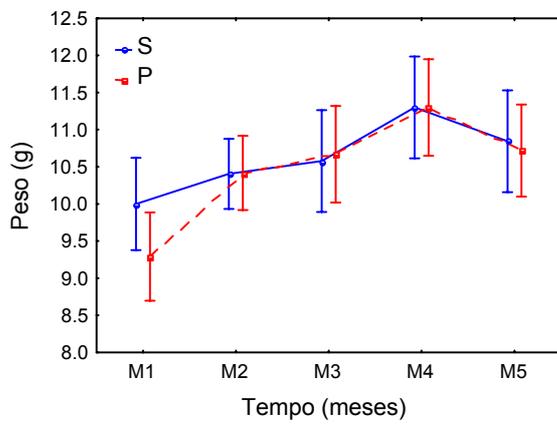
Parasitas	Indivíduos amostrados	Prevalência (%)	Intensidade média
Ectoparasitas:			
Mallophaga	46	57	7,3 ± 3,8
Endoparasitas:			
Coccídeos	32	88	618,2 ± 39,1
Outros	32	16	0,3 ± 1,2

Tabela 2 – Comparação das médias \pm EP (*N*) dos parâmetros morfológicos das fêmeas parasitadas e saudáveis de *Volatinia jacarina* para os cinco meses de estudo, e resultados da ANOVA de medidas repetidas para cada variável individualmente.

Variáveis	Fêmeas		Tempo		Status		Tempo*Status	
	Parasitadas	Saudáveis	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Peso (g)	10,1 \pm 0,2 (20)	10,3 \pm 0,2 (20)	7,2	< 0,05	0,54	0,46	0,56	0,69
Asa (mm)	47,6 \pm 0,3 (20)	47,8 \pm 0,4 (20)	0,87	0,48	2,77	0,10	0,85	0,50
Narina (mm)	6,6 \pm 0,1 (20)	6,6 \pm 0,1 (20)	1,85	0,12	2,50	0,12	0,61	0,65
Tarso (mm)	16,3 \pm 0,1 (20)	16,3 \pm 0,3 (20)	0,58	0,68	0,07	0,79	0,33	0,85
Cauda (mm)	45,7 \pm 0,5 (19)	44,9 \pm 0,6 (20)	0,68	0,60	1,78	0,18	0,83	0,51
Peso/ Tarso	0,63 \pm 0,01 (20)	0,65 \pm 0,01 (20)	4,35	< 0,05	0,75	0,39	0,37	0,83
Mallophaga	2,3 \pm 0,8 (20)	1,9 \pm 0,9 (20)	4,93	< 0,05	0,00	0,99	0,00	1,00
Nº coccídeos	526,5 \pm 179,9 (20)	74,1 \pm 32,9 (20)	2,22	0,07	7,03	< 0,05	2,06	0,09
Outros endoparasitas	0,3 \pm 0,2 (20)	1,5 \pm 1,1 (20)	0,82	0,52	2,54	0,11	1,16	0,33

Legenda de figura

Figura 1 – Variação entre tratamentos (parasitada e saudável) e tempo para as variáveis cujas diferenças foram significativas em pelo menos um dos fatores na ANOVA de medidas repetidas. A linha contínua corresponde aos resultados para o grupo tratado e a linha pontilhada corresponde aos resultados para o grupo de fêmeas não tratadas.



CAPÍTULO IV

Seleção de Sítios de Nidificação e Biologia Reprodutiva de *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae)

Resumo

A seleção natural favorecerá aqueles indivíduos que realizam a maior contribuição para as próximas gerações através de um alto sucesso reprodutivo. O sucesso reprodutivo é influenciado por uma série de características ambientais e filogenéticas das espécies. Entre as variáveis que influenciam o sucesso reprodutivo de aves se encontra a seleção adequada de habitats e de sítios de nidificação para reprodução. O objetivo deste estudo é descrever aspectos da biologia reprodutiva do tiziu (*Volatinia jacarina*) e caracterizar a escolha do sítio de nidificação desta ave. O tiziu é uma espécie comumente encontrada em todo o Brasil. O macho possui plumagem nupcial e executa displays conspícuos ao longo da estação reprodutiva, que ocorre de novembro a abril no Brasil central. Em 2003 – 2004 a coleta de dados foi realizado no campus Darcy Ribeiro, uma área alterada próxima ao centro urbano de Brasília. Na estação reprodutiva de 2004 – 2005 o estudo foi realizado na Fazenda Água Limpa, em uma área também alterada, porém, afastada do centro urbano. Ambas as áreas se localizam no Distrito Federal, em região de cerrado. Ninhos foram acompanhados ao longo dos anos de estudo, filhotes marcados com anilhas e o sucesso reprodutivo registrado. Após a saída do ninho, o ponto do ninho e mais quatro pontos em

torno do ninho (1 m norte, 3 m oeste, 6 m sul e 9 m leste) foram avaliados quanto a características de vegetação e outras. Os resultados mostraram que as aves selecionam áreas estruturalmente mais complexas para a construção de seus ninhos. Ninhos bem sucedidos, em contraste a ninhos sem sucesso, normalmente se encontram mais distantes de outros ninhos.

INTRODUÇÃO

A espécie *Volatinia jacarina* pertence à família Emberizidae e possui uma ampla distribuição no território brasileiro. Sua plumagem ao longo do ano é parda, com as regiões ventrais um pouco mais claras e algumas discretas estrias de cor creme na asa. Porém, durante o período reprodutivo, o macho sofre muda e adquire uma plumagem que é denominada nupcial. Essa plumagem nupcial é uniformemente negra com brilho azulado. Sob as asas, podem ser observadas manchas brancas, exibidas durante os displays que o macho executa ao longo da estação reprodutiva (Sick 1997). Esses displays podem ser descritos como saltos retilíneos, de 0,5 a 1,0 m de altura, auxiliados pelo batimento das asas, acompanhados da exibição das manchas axilares e da vocalização “t-i-z-i-u” (Alderton 1963, Webber 1985), que lhe confere seu nome vulgar. São normalmente encontrados em áreas abertas, alteradas ou não, próximas ou não de centros urbanos (Sick 1997). O período reprodutivo da espécie, na região do Distrito Federal, tem início no mês de novembro, junto com a estação chuvosa, e termina em abril, início da estação seca. Ao final da estação reprodutiva, a maioria dos indivíduos se retira da região, retornando apenas na próxima estação reprodutiva (Antas & Cavalcanti 1988). No início de novembro,

começam a marcar seus territórios, que estão entre os menores já registrados entre os Passeriformes (Murray Jr. 1982). Os territórios variam de 13,0 a 72,5 m² (Almeida & Macedo 2001, Carvalho 2002), e normalmente ocupam áreas com estrutura da vegetação diferente de áreas não ocupadas (Almeida & Macedo 2001). A maior longevidade já registrada para esta ave está em torno de seis anos (Pereira *et al.* 1992).

A seleção natural favorece aqueles indivíduos de uma população que fazem a maior contribuição proporcional a futuras gerações (Darwin 1859), sendo que os principais componentes da história de vida que afetam essa contribuição são a fecundidade e a sobrevivência (Gadgil & Bossert 1970, Begon *et al.* 1996). Em aves, a fecundidade traduz-se em tamanho e sobrevivência da ninhada (Newton 1989, Yoo 1994, Martin 1995). Esta última pode sofrer decréscimos devido à perda de ovos e mortalidade dos ninhos, principalmente devido à ocorrência de predadores de ninho e falta de recursos no hábitat de nidificação (Ricklefs 1989, Martin 1995). A escolha do hábitat e ainda mais especificamente, o sítio de nidificação dentro desse hábitat, são parâmetros comportamentais exibidos pelas aves e que tem impacto sobre seu sucesso reprodutivo. Importante também pode ser a fidelidade ao sítio de nidificação (Blancher & Robertson 1985, Lindberg & SENDINGER 1997). A fidelidade ao sítio de nidificação é descrita como a utilização da mesma área de nidificação ao longo de sucessivos anos, ocorre frequentemente em espécies migratórias, como uma tendência filopátrica de retorno dos adultos aos sítios de nidificação (Harvey *et al.* 1979). Também existe a idéia de que o retorno ao sítio de nidificação pode estar relacionado a um sucesso reprodutivo consistente ao longo dos anos, sendo que este retorno seria favorecido pela seleção natural (Gavin & Bollinger 1988; Gauthier 1990; Lindberg & SENDINGER 1997) e é descrito em vários trabalhos na literatura (Harvey *et al.* 1979; Hepp & Kennamer 1992). A seleção do sítio

para nidificação ocorre no início da estação reprodutiva e dentro do território do indivíduo, podendo envolver tanto o macho quanto a fêmea. (Burger 1985).

O hábitat e o sítio de nidificação reúnem vários atributos, que incluem variáveis ambientais, tais como intensidade pluviométrica, abundância de alimento, cobertura e estrutura da vegetação assim como características do ninho (forma e localização) e seu substrato. Este último atributo, por exemplo, é essencial para manter o ninho abrigado e camuflado, fornecendo proteção adequada contra predação e variações climáticas, que podem inviabilizar os ovos e causar a mortalidade dos filhotes (Gill 1994, Paton 1994).

A evolução de preferências de habitats é determinada por estruturas funcionais e morfológicas das aves e, portanto, sua habilidade em obter alimento e abrigos com sucesso em um determinado habitat (Cody 1985). Em habitats preferenciais indivíduos podem assegurar uma aptidão maior do que se utilizarem outros habitats (habitats não preferenciais) (Cody 1978, Rosenzweig 1981). Através de um processo evolutivo, as espécies se adaptaram às condições adversas que podem ocorrer nesses habitats preferenciais. Porém, este é um processo dinâmico, onde os habitats se alteram e essas espécies podem ampliar a utilização de habitats preferenciais (Clark *et al.* 1983, Kelly 1993, Pampush & Anthony 1993) e podem adaptar-se a novas condições adversas que venham a surgir (Berkelman 1995, Woods & Cade 1996, Burke & Nol 1998).

Dentro de uma matriz com vários habitats, indivíduos selecionam e competem entre si pelos habitats preferenciais utilizando várias estratégias. Existem muitas hipóteses e modelos que descrevem como ocorre esta escolha. Um dos modelos mais aceitos trata dos fenótipos de aves especialistas e generalistas que ocorrem em diferentes tipos de habitats (Rosenzweig 1981). O fenótipo especialista seleciona um determinado habitat em que a sua aptidão seja máxima. Porém, quando este fenótipo se encontra em um outro tipo de habitat,

sua aptidão é muito reduzida. O fenótipo generalista será bem sucedido nos vários tipos de habitats, porém nunca atingirá aptidão máxima (Rosenzweig 1981). Em geral, as teorias de seleção de habitat se baseiam na seleção, por um determinado organismo, de um habitat que acentue sua aptidão. Assim, podem ser citadas outras teorias de seleção de habitat, como a seleção de habitat associada ao forrageamento ótimo, a seleção de habitat dependente da densidade, e a seleção de habitat moldada pela competição (Rosenzweig 1985 e citações).

Os objetivos deste estudo foram: (1) descrever aspectos da biologia reprodutiva do tiziu com relação a aspectos do habitat; (2) determinar se ocorrem diferenças em parâmetros de habitat entre os sítios de nidificação e outras áreas disponíveis nos territórios dos indivíduos; e (3) determinar se existem diferenças nos parâmetros de habitat nos sítios de nidificação de ninhos bem sucedidos quando comparados com ninhos mal sucedidos. As hipóteses testadas foram: (1) as aves selecionam ativamente características específicas de habitat para a construção de seus ninhos; e (2) ninhos bem sucedidos são construídos em locais com características específicas de habitat que lhe conferem maior proteção, quando comparados aos locais onde foram construídos ninhos mal sucedidos.

MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de Brasília, sendo que na estação reprodutiva de 2003 – 2004 os ninhos foram procurados e monitorados na área do campus Darcy Ribeiro – Universidade de Brasília - UnB (15°46'S, 47°52'W), e na estação reprodutiva de 2004-2005, na Fazenda Água Limpa (15° 57', 47° 56' W), pertencente à UnB. A área do campus

Darcy Ribeiro tem aproximadamente 395,06 ha, e se encontra inserida em um paisagem bastante urbanizada, com edificações e ruas asfaltadas nas imediações, com uma área construída total de 46,43 ha (11,75% da área total). A vegetação da área, apesar de ser uma área de cerrado alterado, possui a maior parte coberta por diversas espécies de gramíneas e herbáceas típicas de cerrado e uma pequena área com formação mais arbórea. Já a área da Fazenda Água Limpa tem aproximadamente 4.430,04 ha, e está situada em uma paisagem mais preservada, com 1,21 ha da área construída (0,03% do total). O local de estudo, contudo, tem vegetação de cerrado muito alterada, sendo constituída de uma matriz de gramíneas exóticas com árvores frutíferas que lá foram plantadas. Apesar de estar inserida em um ambiente de cerrado mais preservado, a área de estudo na Fazenda Água Limpa era mais alterada que a área amostrada no Campus Darcy Ribeiro.

O clima da região (onde se encontram as duas áreas de estudo), como outras áreas de cerrado, é do tipo tropical sazonal. É caracterizado por duas estações: um inverno de seca (maio a setembro) e um verão chuvoso (outubro a abril). As temperaturas variam entre 22 e 23°C, e a precipitação média anual varia entre 1200 e 1800mm (Coutinho 2000).

Coleta de dados

A procura de ninhos iniciou-se no final de janeiro e prosseguiu até abril, com igual esforço de procura em todos os meses. Os ninhos encontrados foram marcados com fitas plásticas coloridas a uma distância de dois metros dos mesmos, e foram monitorados em intervalos de 2-3 dias. Foram considerados ninhos ativos aqueles em que foi possível observar a atividade de adultos ao seu redor em pelo menos uma ocasião. Durante as visitas, o conteúdo do ninho era registrado e em algumas ocasiões filhotes foram medidos. Quando os filhotes estavam próximos de deixar o ninho, eram anilhados com anilhas

metálicas fornecidas pelo CEMAVE. O ninho era considerado predado caso os ovos desaparecessem e, no caso de filhotes, quando estes desaparecessem antes do período previsto (\pm nove dias) para os filhotes abandonarem o ninho, e este apresentasse vestígios de destruição. O ninho era considerado bem sucedido quando era encontrado vazio no período previsto para os filhotes abandonarem o ninho, e este não apresentasse sinais de destruição. Normalmente, era possível observar fezes nas imediações dos ninhos bem sucedidos bem como os filhotes na vegetação próxima. Ninhos abandonados foram aqueles em que os ovos permaneceram no ninho por mais de 20 dias sem eclodir. Não houve abandono de ninhos com filhotes. A sobrevivência do ninho foi calculada de acordo com o protocolo de Mayfield (1961, 1975) e seguindo as recomendações de Manolis *et al.* (2000). Novos métodos têm sido propostos para estimar a sobrevivência dos ninhos, contudo, quando o tamanho da amostra não é muito pequeno ($N > 25$ ninhos) e o intervalo de visita aos ninhos não é muito grande, o protocolo de Mayfield têm se mostrado ainda eficiente quando comparado a estes novos métodos (Jehle *et al.* 2004, Nur *et al.* 2004).

Após os ninhos terem se tornado inativos, procedeu-se à coleta de dados de hábitat e de características de ninho. Para a comparação de parâmetros de hábitat do sítio de nidificação (local exato onde se encontrava o ninho) com outros locais em torno do ninho, cinco pontos foram estabelecidos para avaliação. Esses pontos foram: o sítio de nidificação e mais quatro outros pontos no entorno do ninho (um metro ao norte do ninho, três metros a oeste do ninho, seis metros ao sul do ninho, e nove metros a leste do ninho). Em uma área de 1m^2 ao redor de cada ponto amostrado, incluindo o ponto do ninho, o hábitat foi avaliado tomando-se as medidas das seguintes variáveis: (a) número de espécies de plantas; (b) altura do substrato (vegetação); (c) número, altura e diâmetro de arbustos; (d) número, altura e diâmetro de lenhosas; (e) percentual de cobertura fornecida pela vegetação rasteira;

(f) distância do ponto central à trilha ou estrada mais próxima; e (g) distância do ponto central ao ninho vizinho mais próximo.

Nas comparações entre ninhos bem e mal sucedidos, além das variáveis de hábitat listadas acima, foram incluídas variáveis específicas dos sítios de nidificação, que incluíram: (a) altura do ninho em relação ao solo; (b) altura do arbusto onde o ninho estava fixado; (c) diâmetro maior da haste principal do arbusto de fixação do ninho; (d) profundidade da câmara oológica; (e) comprimento e largura externos do ninho; (f) altura do ninho (na borda externa).

Análises Estatísticas

A correlação entre a abundância mensal de ninhos e as variáveis climáticas foi verificada por meio de uma regressão múltipla. Foram utilizados testes de Kruskal-Wallis na comparação de parâmetros de hábitat dos diferentes pontos, uma vez que as variáveis não apresentaram distribuição normal, nem mesmo após transformações. Para a comparação de parâmetros de hábitat associados a ninhos bem e mal sucedidos também foi utilizado teste de Kruskal-Wallis. Os valores são apresentados como média \pm erro padrão. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. As análises foram realizadas no pacote estatístico Statistica 6.0 (StatSoft 2001).

RESULTADOS

Aspectos gerais de reprodução e dos ninhos

Foram encontrados um total de 188 ninhos nos dois anos do estudo. Destes, 68 foram classificados como recentemente construídos ou em construção, e a presença de

adultos foi registrada próxima a esses ninhos. Esses ninhos não foram observados com ovos ou filhotes, e possivelmente foram abandonados devido à nossa visitação. Como foram abandonados logo no início do período de atividade, entraram nas análises do período reprodutivo e, quando permaneceram ativos por mais de três visitas, nas análises de seleção de sítio de nidificação. Trinta e oito ninhos foram classificados como ninhos velhos e não entraram nas análises. Ninhos considerados efetivamente ativos foram 82. Esses ninhos chegaram a ter ovos e/ou filhotes e foram utilizados nas análises de seleção de hábitat e sucesso reprodutivo, bem como nas análises de período reprodutivo.

A descoberta de ninhos em construção e ativos se iniciou a partir de dezembro, e atingiu um pico no mês de março, chegando ao fim em maio (Fig. 1). Nesse período as condições climáticas se mantiveram relativamente constantes, com exceção da precipitação, que mostrou um pico que coincidiu com aquele de ninhos encontrados. Porém, não houve uma correlação significativa entre as variáveis climáticas e a abundância mensal de ninhos ($R^2 = 0,47$; $F = 3,97$; $p = 0,06$).

Dos ninhos ativos ($N = 82$), 58 (70,7 %) foram predados, 20 (24,4%) foram bem sucedidos (sobrevivência de ao menos um filhote) e 4 (4,9%) foram abandonados ou perdidos por outras causas. A sobrevivência do ninho no período de incubação, de acordo com o método de Mayfield (considerando uma incubação de 15 dias) foi de 61%, a sobrevivência dos ninhos durante o período de alimentação dos filhotes (aqui sendo considerado de nove dias) foi de 64%. A sobrevivência do ninho, calculada com o protocolo de Mayfield, para todo o período foi de 38%. Os ovos eram brancos ou branco-azulados com pintas marrons na base. O tamanho da ninhada variou de um a três ovos ($2,2 \pm 0,8$, $N = 70$), que eram colocados em dias sucessivos. A incubação ocorreu por aproximadamente 15 dias, e foi realizada pela fêmea. Foram produzidos 86 filhotes, dos

quais 17 foram medidos. Porém como não foi possível precisar a idade dos mesmos em todos os ninhos, só avaliamos as medidas dos filhotes de nove dias (idade em que deixavam o ninho). As medidas morfométricas desses filhotes (média \pm EP) foram: peso = $6,69 \pm 0,78$ g ($N=8$); asa = $28,8 \pm 4,92$ mm ($N = 7$); cauda = $6,37 \pm 2,79$ mm ($N = 7$), metatarso = $15,56 \pm 1,23$ mm ($N = 8$) mm; e narina = $3,39 \pm 0,47$ mm ($N = 8$). Os filhotes saíam do ninho com algumas penas na cabeça e dorso e o restante do corpo praticamente desprovido de penas. As asas e caudas não eram muito desenvolvidas, mas os filhotes já eram capazes de executar vôos curtos de até três metros. Em seis ninhos foram encontrados filhotes parasitados com larvas de dípteros (“berne”). Porém, em apenas um destes ninhos os filhotes não foram bem sucedidos. Todos os ninhos parasitados foram encontrados na área do campus Darcy Ribeiro.

Os ninhos são em forma cesta aberta e construídos a partir de feixes de gramíneas secas, trançadas entre si. As gramíneas utilizadas na construção do ninho pertenciam às espécies: *Eragrostis sp.* (Poaceae), *Eragrostis polytricha semimuda* (Poaceae), *Panicum maximum* (Poaceae), *Paspalum sp.* (Poaceae), *Paspalum gardnerianum* (Poaceae) e *Trachypogon sp.* (Poaceae). Em alguns ninhos foram utilizadas raízes de plantas não identificadas.

A altura média dos ninhos em relação ao solo foi de $29,97 \pm 4,13$ cm ($N = 60$), a altura média do arbusto do ninho foi de $79,18 \pm 5,96$ cm ($N = 34$), o diâmetro médio do arbusto do ninho foi de $8,27 \pm 2,08$ mm ($N = 34$), a profundidade da câmara oologica foi de $43,60 \pm 2,78$ mm ($N = 39$), a largura externa média do ninho foi de $49,69 \pm 3,44$ mm ($N = 42$), o comprimento externo médio do ninho foi de $58,91 \pm 3,67$ mm ($N = 42$), a altura média do ninho foi de $38,01 \pm 3,32$ mm ($N = 41$) e a distância média ao ninho mais próximo foi de $20,20 \pm 3,96$ m ($N = 82$).

Os ninhos foram encontrados geralmente fixados sobre arbustos (dicotiledôneas), mas ocasionalmente também eram fixados sobre gramíneas (monocotiledôneas). Ninhos foram encontrados em 17 espécies diferentes de arbustos, com uma leve predominância de ninhos na espécie *Aegiphila lanata* (Verbanaceae). Quanto a ninhos encontrados fixados em gramíneas, houve predominância forte por *Urochloa decumbens*, espécie na qual foram encontrados 25 ninhos (Tabela 1). Dos ninhos utilizados na análise de seleção de sítios de nidificação ($N = 71$), 42,3% foram encontrados fixados em arbustos e 57,8% foram encontrados fixados em gramíneas. Das 74 espécies de dicotiledôneas registradas nas áreas de estudo, 17 (22,97%) foram utilizadas como substrato para fixação do ninho. Entre as 20 espécies de monocotiledôneas registradas, apenas três (15%) espécies foram utilizadas como substrato de fixação. No anexo 2 encontra-se a lista completa das espécies de plantas encontradas nos pontos analisados para a seleção de hábitat dos ninhos de tiziu.

Hábitat: sítios de nidificação vs. outras áreas no em torno do ninho

Área do campus Darcy Ribeiro. As análises comparando os parâmetros de hábitat nos sítios do ninho com os outros quatro pontos em torno do ninho dos tizius mostraram claras diferenças. Os sítios escolhidos pelos tizius para a colocação de seus ninhos exibiram uma maior diversidade de espécies de plantas, a vegetação usada como substrato para a fixação do ninho foi mais alta, os arbustos estavam em maior número e eram mais altos, bem como de maior diâmetro, e ainda ocorreu uma maior cobertura da vegetação no solo (Figura 2). Para os demais parâmetros de hábitat medidos, não ocorreram diferenças significativas (análises Kruskal-Wallis, $df = 1$; número de lenhosas: $H = 0,18$, $p = 0,67$; altura das lenhosas: $H = 1,59$, $p = 0,21$; diâmetro das lenhosas: $H = 0,06$, $p = 0,80$; distância das trilhas: $H = 0,35$, $p = 0,55$; distância do ninho mais próximo: $H = 0,10$, $p = 0,75$).

Área da Fazenda Água Limpa. Na área da Fazenda Água Limpa foi observado um padrão exatamente equivalente ao que foi descrito acima para a área do campus Darcy Ribeiro. Os sítios escolhidos para a construção do ninho apresentaram maior diversidade de espécies de plantas, uma vegetação de substrato mais alta, um maior número de arbustos (mais altos e com maior diâmetro), e uma maior cobertura do solo pela vegetação (Figura 3). Os demais parâmetros não variaram de forma significativa (análises de Kruskal-Wallis, $df = 1$; número de lenhosas: $H = 1,03$, $p = 0,31$; altura das lenhosas: $H = 1,09$, $p = 0,30$; diâmetro das lenhosas: $H = 0,60$, $p = 0,44$; distância das trilhas: $H = 0,06$, $p = 0,81$; distância do ninho mais próximo: $H = 0,02$, $p = 0,88$).

Hábitat em ninhos bem e mal sucedidos

Área do campus Darcy Ribeiro. Quando comparados os pontos de ninhos bem e mal sucedidos, se observa diferença significativa apenas na variável distância do ninho mais próximo, onde ninhos bem sucedidos se encontraram mais afastados do ninho vizinho mais próximo (Figura 4, Tabela 2).

Área da Fazenda Água Limpa. Na comparação para esta área de ninhos bem e mal sucedidos, não se verifica diferença estatisticamente significativa (Tabela 3), possivelmente devido à pequena amostra ($N = 4$) de ninhos nessa área. Provavelmente resultante de um menor número de ninhos que foram encontrados, uma vez que o sucesso dos ninhos é relativamente pequeno, o tamanho de amostra de ninhos bem sucedidos foi reduzido, quando comparado a outra área de estudo.

DISCUSSÃO

O período reprodutivo da espécie se concentra no período de chuvas da região, entre novembro (com a chegada dos indivíduos a área de estudo) a abril, com pico de ninhos ativos entre fevereiro e março. A predação foi muito alta, com uma perda de 70,7% dos ninhos. Esta predação foi similar a registrada para *Elaenia chiriquensis* (Tyrannidae), 64,5% em uma área de cerrado preservada também no Distrito Federal (Medeiros 2004). Nesta mesma área, a predação de ninhos de *Suiriri affinis* e *S. islerorum* (Tyrannidae) foram 68% e 90% respectivamente (Lopes 2004). A predação dos ninhos de *Columbina talpacoti*, na Fazenda Água Limpa, também foi muito alta, 75% (Cintra 1988). Quanto a sobrevivência calculada pelo protocolo de Mayfield, o valor encontrado neste estudo, 38%, foi superior a registrada por Carvalho *et al.* (2007), 4,7%, para a mesma espécie, em estudo no Distrito Federal, na Fazenda Água Limpa. A sobrevivência registrada neste estudo também foi superior a registrada para *S. affinis* (19%) e para *S. islerorum* (14%) (Lopes 2004). Porém foi similar a encontrada por Cintra (1988) que trabalhou com *Columbina talpacoti* e encontrou uma sobrevivência de 36,7%.

Os padrões de incubação, crescimento de filhotes, defesa de ninho e filhotes, e construção de ninho observadas neste estudo são similares às descrições em outros estudos com a mesma espécie (Carvalho 1957, Alderton 1963, Marcondes-Machado 1988, Almeida & Macedo 2001, Carvalho *et al.* 2007). A variabilidade quanto ao padrão de coloração dos ovos, que podem ser de azulados a brancos, passando por tons cremes, também é descrita por Carvalho (1957). Quanto às larvas de dípteros parasitas encontradas nos filhotes, a literatura normalmente relata danos aos filhotes e ao sucesso reprodutivo das espécies afetadas (Arendt 1985, Uhazy & Arendt 1986, Morrison & Johnson 2002, Lopes 2004), porém, nos tizius, isso parece não ter acontecido, pois foram poucos os filhotes parasitados e a maior parte dos ninhos afetados obteve sucesso.

A escolha do local de nidificação, quanto aos parâmetros de hábitat, foi igual nas duas áreas de estudo, apesar das claras diferenças em termos de urbanização. Para construir seus ninhos, o tiziu claramente escolhe locais com uma maior complexidade estrutural de vegetação, que exibem: maior diversidade de plantas, substratos mais altos, maior número de arbustos (de maior altura e diâmetro), bem como áreas de maior cobertura pela vegetação. Estes atributos provavelmente fornecem um microclima mais agradável, com temperaturas mais amenas e menor incidência solar, o que favorece mecanismos fisiológicos de controle e perda de calor (Weathers 1986). Além disso, esses pontos, por possuírem uma vegetação mais densa e alta, podem melhor camuflar o ninho e evitar a ação de predadores visuais, como anas, que foram visualizados nas áreas de estudo, predando indivíduos de *V. jacarina*.

Taxas de predação em ninhos podem variar em função do sítio de nidificação (Cody 1985). Para 123 espécies de Passeriformes e Piciformes da América do Norte, verificou-se uma grande variação e covariação dos sítios de nidificação relativos à fecundidade anual, número de ninhegos, tamanho de ninhada, e sobrevivência dos adultos, entre outros (Martin 1995). Cerca de 50-60 % da variação foi explicada pela correlação entre a taxa de predação de ninhos e os diferentes sítios de nidificação.

Na comparação efetuada entre ninhos bem e mal sucedidos dos tizius, apenas os ninhos da área do campus Darcy Ribeiro variaram quanto à distância do ninho mais próximo. Este resultado pode ser reflexo de um menor tamanho de amostra na área da FAL. De qualquer forma, na área do Campus os ninhos bem sucedidos encontraram-se mais distante de ninhos vizinhos. Um display tão conspícuo como o do tiziu chama a atenção de predadores. Uma vez que os territórios dos tizius estão entre os menores já descritos para Passeriformes (Murray Jr. 1982), a proximidade de outro ninho, e conseqüentemente de

outros indivíduos executando displays, pode aumentar a probabilidade de predação do ninho. Burger (1985) cita a predação como o fator que mais influencia a seleção de sítios de nidificação. Segundo a autora, a seleção de sítios de nidificação está relacionada às características físicas primárias do ambiente, e estes sítios fornecem ao ninho, ovos e filhotes, proteção contra enchentes, stress causado pelo calor, predadores, e parasitas de ninhos.

Neste estudo foi possível averiguar que ocorre uma escolha ativa pelos tizius por características específicas de estrutura de vegetação para construir seus ninhos, e que a distância maior entre ninhos contribui para um aumento no sucesso de nidificação. Esses resultados são consistentes com a predição de que aves selecionam sítios de nidificação que minimizam o risco de predação, e que a disponibilidade desses sítios aumenta com a densidade da folhagem (Martin 1988). Porém, de forma contraditória, os estudos sobre a territorialidade em tizius demonstram que estes pequenos territórios têm uma distribuição mais agregada, muito próximos uns aos outros (Murray Jr. 1982, Almeida & Macedo 2001, Carvalho *et al.* 2007). Possivelmente existe um ponto de equilíbrio entre o custo da predação resultante da agregação de ninhos e as vantagens da agregação. Uma destas seria o incremento possível no sucesso reprodutivo devido às maiores taxas de cópula extra-par, que na espécie chegam a 50% das proles produzidas (Carvalho 2002). Assim, provavelmente os tizius têm que equilibrar a distância entre ninhos vizinhos (maximizando estas distâncias, a fim de aumentar o sucesso reprodutivo), mas mantendo seus territórios dentro de alguma proximidade, a fim de maximizar o número de cópulas extrapar.

Futuros estudos ainda são necessários para desvendar outras facetas relativas ao padrão de escolha de sítios de nidificação nos tizius. Tópicos relevantes incluem a

comparação de áreas alteradas e preservadas e a relação custo-benefício para territórios localizados em áreas de maior ou menor densidade, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alderton, C. C.** 1963. The breeding behavior of the Blue-black Grassquit. *Condor*, 65, 154-162.
- Almeida, J. B. & Macedo, R. H.** 2001. Lek-like mating system of the monogamous Blue-black Grassquit. *Auk*, 118, 404-411.
- Antas, P. de T. Z. & Cavalcanti, R. B.** 1998. *Aves comuns do Planalto Central*. Brasília, Editora UnB, 238 pgs.
- Arendt, W. J.** 1985. *Philornis* ectoparasitism of Pearly-eyed thrashers. III Effects on adults and reproduction. *Auk*, 102, 281-292.
- Begon, M., Harper, J. L. & Townsend, C. R.** 1996. *Ecology*. Cambridge: Ed. Blackwell Science, 1068 pgs.
- Berkelman, J.** 1995. Nest-site characteristics of the Madagascar Buzzard in the rain forest of the Masoala Peninsula. *Condor*, 97, 273-275.
- Blancher, P. J. & Robertson, R. J.** 1985. Site consistency in Kingbird breeding performance. *J. Anim. Ecol.*, 54, 1017-1027.
- Burger, J.** 1985. Hábitat selection in temperate marsh-nesting birds. In: *Hábitat selection in birds* (M. L. Cody ed.) Academic Press Inc., London, 558 pgs.
- Burke, D. M. & Nol, E.** 1998. Influence of food abundance, nest-site hábitat, and forest fragmentation on breeding Ovenbirds. *Auk*, 115, 96-104.

- Carvalho, C. T. de** 1957. Notas ecológicas sobre *Volatinia jacarina* (Passeres, Fringillidae). *Bolet. Museu Parae. Emilio Goeldi Zool.*, 2, 1-10.
- Carvalho, C. B. V. de** 2002. *Biologia reprodutiva e ecologia comportamental de Volatinia jacarina (Aves: Emberezidae) em uma área de cerrado: um estudo utilizando marcadores moleculares microsatlélites*. Tese de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- Carvalho, C. V. B., Macedo, R. H. F. & Graves, J. A.** 2007. Reproduction of blue-black grassquits in Central Brazil. *Brazilian Journal of Biology*.
- Cintra, R.** 1988. Reproductive ecology of the Ruddy Ground-Dove on the Central Plateau of Brazil. *Wilson Bull.*, 100, 443-457.
- Clark, L., Ricklefs, R. E. & Schreiber, R. W.** 1983. Nest-site selection by the Red-tailed Tropicbird. *Auk*, 100, 953-959.
- Cody, M. L.** 1978. Hábitat selection and interspecific territoriality among the Sylviid Warblers of England and Sweden. *Ecol. Monogra.*, 48, 351-396.
- Cody, M. L.** 1985. An introduction to hábitat selection in birds. In: *Hábitat selection in birds* (M. L. Cody ed.). Academic Press Inc., London, 558 pgs.
- Coutinho, L. M.** 2000. O bioma do cerrado. In: *Eugen Warming e o cerrado brasileiro* (Ed. by A. L. Klein). Editora UNESP, São Paulo, SP.
- Darwin, C.** 1859. *Origem das espécies*. Editora Itatiaia, 2002, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Gadgil, M. & Bossert, W. H.** 1970. Life historical consequences of natural selection. *Am. Nat.*, 104, 1-24.
- Gauthier, G.** 1990. Philopatry, nest-site fidelity, and reproductive performance in Buffleheads. *Auk*, 107, 126-132.

- Gavin, T. A. & Bollinger, E. K.** 1988. Reproductive correlates of breeding-site fidelity in Bobolinks (*Dolichonyx oryzivorus*). *Ecology*, 69, 96-103.
- Gill, F. B.** 1994. *Ornithology*. W. H. Freeman and Company. New York, 766 pgs.
- Harvey, P. H., Greenwood, P. J. & Perrins, C. M.** 1979. Breeding area fidelity of Great Tits (*Parus major*). *J. Anim. Ecol.*, 48, 305-313.
- Hepp, G. R. & Kennamer, R. A.** 1992. Characteristics and consequences of nest-site fidelity in Wood Ducks. *Auk*, 109, 812-818.
- Jehle, G., A. A. Y. Adams, J. A. Savidge & S. K. Skagen.** 2004. Nest survival estimation: a review of alternatives to the Mayfield estimator. *Condor* 106, 472-484.
- Kelly, J. P.** 1993. The effect of nest predation on hábitat selection by Dusky Flycatchers in Limber Pine–juniper Woodland. *Condor*, 95, 83-93.
- Lindberg, M. S. & Sedinger, J. S.** 1997. Ecological significance of brood-site fidelity in Black Brant: spatial, annual, and age-related variation. *Auk*, 115, 436-446.
- Lopes, L. E.** 2004. *Biologia comparada de Suiriri affinis e Suiriri islerorum (Aves: Tyrannidae) no Cerrado do Brasil Central*. Dissertação de mestrado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- Manolis, J. C., D. E. Andersen & F. J. Cuthbert.** 2000. Uncertain nest fates in songbirds studies and variation in Mayfield estimation. *Auk*, 117, 615-626.
- Marcondes-Machado, L. O.** 1988. Comportamento reprodutivo de *Volatinia jacarina jacarina* (Linnaeus 1766) em cativeiro (Passeres, Emberezidae). *Rev. Brasileira Zool.*, 4, 319-330.
- Martin, T. E.** 1995. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food. *Ecol. Monogr.*, 65, 101-127.
- Martin, T. E.** 1988. Hábitat and area effects on forest bird assemblages: is nest predation

- an influence? *Ecology*, 69, 74-84.
- Mayfield, H. F.** 1961. Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bull.*, 73, 225-295.
- Mayfield, H. F.** 1975. Suggestion for calculating nest success. *Wilson Bull.*, 87, 456-466.
- Medeiros, R. C. S.** 2004. *Biologia reprodutiva e análise de fatores que influenciam o sucesso reprodutivo em Elaenia chiriquensis (Aves: Tyrannidae) na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília/ DF*. Dissertação de mestrado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- Morrison, B. L. & Johnson, L. S.** 2002. Feeding of house wren nestlings afflicted by hematophagous ectoparasites: a test of the parental compensation hypothesis. *Condor*, 104, 183-187.
- Murray Jr., B. G.** 1982. Territorial behavior of the Blue-black grassquit. *Condor*, 84, 119.
- Newton, I.** 1989. *Lifetime reproduction in birds*. London, Ed: Academic Press.
- Nur, N., A. L. Holmes & G. R. Geupel.** 2004. Use of survival time analysis to analyze nesting success in birds: an example using Loggerhead shrikes. *Condor*, 106, 457-471.
- Pampush, G. J. & Anthony, R. G.** 1993. Nest success, hábitat utilization and nest-site selection of Long-billed Curlews in the Columbia Basin, Oregon. *Condor*, 95, 957-967.
- Paton, P. W.** 1994. The effect of edge on avian nest success: how strong is the evidence? *Conserv. Biol.*, 8, 17-26
- Pereira, L. E., Souza, L. T. M., Coimbra, T. L. M., Rocco, I. M., Nassar, E. S. & Souza, D. M.** 1992. Studies on wild birds from the region of the Atlantic Forest, Brazil. *Ciê. Cult.*, 44, 167-171.

- Ricklefs, R. E.** 1989. Nest predation and the species diversity of birds. *TREE*, 4, 184-186.
- Rosenzweig, M. L.** 1981. A theory of hábitat selection. *Ecology*, 62, 327-335.
- Rosenzweig, M. L.** 1985. Some theoretical aspects of hábitat selection. In: *Hábitat selection in birds* (M. L. Cody ed.). Academic Press Inc., London, 558 pgs.
- Sick, H.** 1997. *Ornitologia Brasileira*, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- StatSoft, Inc.** 2001. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc.
- Uhazy, L. S. & Arendt, W. J.** 1986. Pathogenesis associated with Philornid myiasis (Diptera: Muscidae) on nestlings Pearly-eyed Thrashers (Aves: Mimidae) in the Luquillo Rain Forest, Puerto Rico. *J. Wildl. Dis.*, 22, 224-237.
- Weathers, W. W.** 1986. Thermal significance of courtship display in the Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*). *Nat. Geogr. Res.* 2, 291-301.
- Webber, T.** 1985. Songs, displays, and other behavior at a courtship gathering of Blue-black Grassquits. *Condor*, 87, 543-546.
- Woods, C. P. & Cade, T. J.** 1996. Nesting hábitats of the Loggerhead Shrike in Sagebrush. *Condor*, 98, 75-81.
- Yoo, J.** 1994. Clutch-size in birds: a window of evolution? *Korean J. Ornithol.*, 1, 105-113.

Tabela 1. Número de ninhos encontrados em espécies de plantas arbustivas e gramíneas usadas como substrato. O substrato do ninho só foi registrado para ninhos nos quais foram realizados estudos de sítio de nidificação. Os dados correspondem às duas estações reprodutivas em conjunto.

Espécie da Planta	No. ninhos
Arbustos (Dicotiledôneas):	
<i>Duguetia furfuracea</i> (Annonaceae)	1
<i>Aspidosperma tomentosum</i> (Apocynaceae)	1
<i>Ilex</i> sp. (Aquifoliaceae)	1
<i>Baccharis</i> sp. (Asteraceae)	1
<i>Pterocaulo</i> sp. (Asteraceae)	1
<i>Vernonia aurea</i> (Asteraceae)	1
<i>V. rubriramea</i> (Asteraceae)	2
<i>Connarus suberosus</i> (Conmaraceae)	2
<i>Andira vermifuga</i> (Fabaceae)	1
<i>Bauchinia</i> sp. 1 (Fabaceae)	1
<i>Calliandra dysantha</i> (Fabaceae)	1
<i>Senna rugosa</i> (Leguminosae)	4
<i>Campomanesia pubescens</i> (Myrtaceae)	3
<i>C. xanthocarpa</i> (Myrtaceae)	2
<i>Palicourea rígida</i> (Rubiaceae)	1
<i>Citrus</i> sp. (Rutaceae)	1
<i>Aegiphila lanata</i> (Verbenaceae)	6
Gramíneas (Monocotiledôneas):	
<i>Melinis minutiflora</i> (Poaceae)	8
<i>Paspalum pectinatum</i> (Poaceae)	8
<i>Urochloa decumbens</i> (Poaceae)	25

Tabela 2 – Comparação^a das médias \pm EP (*N*) das variáveis nos pontos com ninhos bem e mal sucedidos, no campus Darcy Ribeiro, na estação reprodutiva de 2003-2004.

Variável	Ninhos		<i>H</i>	<i>p</i>
	Bem sucedidos	Mal sucedidos		
No. espécies de plantas	4,07 \pm 0,51 (14)	3,48 \pm 0,17 (42)	1,19	0,28
Altura do substrato	105,21 \pm 7,85 (14)	109,00 \pm 5,65 (42)	0,23	0,63
No. arbustos	1,93 \pm 0,34 (14)	1,80 \pm 0,21 (42)	0,13	0,72
Altura dos arbustos	75,17 \pm 10,07 (13)	72,58 \pm 4,39 (37)	0,33	0,57
Diâmetro dos arbustos	7,72 \pm 1,02 (13)	7,88 \pm 0,86 (37)	0,02	0,88
No. lenhosas	0	0,02 \pm 0,02 (42)	0,33	0,56
Altura das lenhosas	0	152,00 (1)		
Diâmetro das lenhosas	0	31,40 (1)		
% cobertura vegetação	0,74 \pm 0,06 (14)	0,71 \pm 0,03 (42)	0,24	0,63
Distância de trilhas	55,63 \pm 25,30 (14)	71,78 \pm 12,99 (42)	2,68	0,10
Distância de ninho vizinho	34,78 \pm 6,10 (14)	18,12 \pm 2,16 (42)	6,73	0,01
Altura do ninho ao solo	22,30 \pm 4,44 (10)	30,96 \pm 2,82 (26)	2,59	0,11
Altura do arbusto do ninho	91,60 \pm 23,93 (5)	73,82 \pm 7,60 (17)	0,55	0,46
Diâmetro do arbusto do ninho	11,15 \pm 2,60 (4)	8,24 \pm 1,07 (17)	1,16	0,28
Profundidade da câmara oologica	41,07 \pm 4,78 (3)	43,00 \pm 1,48 (13)	0,11	0,74
Largura do ninho	36,30 \pm 8,02 (4)	41,37 \pm 1,33 (17)	0,03	0,86
Comprimento do ninho	46,45 \pm 5,58 (4)	48,05 \pm 1,48 (17)	0,07	0,79
Altura do ninho	30,80 \pm 5,52 (4)	38,82 \pm 1,76 (16)	1,75	0,19

^a Análise Kruskal-Wallis, *g.l.* = 1.

Tabela 3 – Comparação^a das médias \pm EP (*N*) das variáveis nos pontos com ninhos bem e mal sucedidos, na Fazenda Água Limpa, na estação reprodutiva de 2004-2005.

Variável	Ninhos		<i>H</i>	<i>p</i>
	Bem sucedidos	Mal sucedidos		
No. espécies de plantas	2,00 \pm 0,71 (4)	2,14 \pm 0,17 (28)	0,37	0,54
Altura do substrato	108,63 \pm 1,70 (4)	133,61 \pm 6,43 (28)	2,64	0,10
No. arbustos	2,00 \pm 1,00 (4)	1,25 \pm 0,22 (28)	0,54	0,46
Altura dos arbustos	77,48 \pm 14,45 (4)	100,86 \pm 7,84 (21)	1,68	0,19
Diâmetro dos arbustos	8,99 \pm 2,55 (4)	9,51 \pm 1,28 (21)	0,001	0,97
No. lenhosas	0	0,11 \pm 0,06 (28)	0,46	0,50
Altura das lenhosas	0	120,20 \pm 61,99 (3)		
Diâmetro das lenhosas	0	31,50 \pm 28,50 (2)		
% cobertura vegetação	0,81 \pm 0,08 (4)	0,76 \pm 0,04 (28)	0,12	0,73
Distância de trilhas	42,82 \pm 20,38 (4)	22,60 \pm 3,40 (28)	0,94	0,33
Distância de ninho vizinho	15,70 \pm 1,61 (4)	16,68 \pm 1,99 (28)	0,26	0,61
Altura do ninho ao solo	23,63 \pm 5,87 (4)	33,78 \pm 4,78 (20)	0,38	0,54
Altura do arbusto do ninho	77,00 \pm 17,21 (3)	83,11 \pm 12,50 (9)	0,03	0,85
Diâmetro do arbusto do ninho	9,53 \pm 3,39 (3)	6,49 \pm 0,98 (8)	0,51	0,47
Profundidade da câmara oologica	44,28 \pm 2,17 (4)	44,27 \pm 2,23 (19)	0,16	0,68
Largura do ninho	64,55 \pm 4,22 (4)	56,83 \pm 1,52 (19)	3,48	0,06
Comprimento do ninho	77,7 \pm 7,46 (4)	67,30 \pm 1,55 (19)	1,58	0,21
Altura do ninho	40,75 \pm 7,71 (4)	40,07 \pm 3,27 (18)	0,12	0,73

^a Análise Kruskal-Wallis, *g.l.* = 1.

Legenda das Figuras.

Figura 1 – Número de ninhos encontrados e variáveis climáticas nas duas áreas de estudo.

Do lado esquerdo estão plotados os valores de precipitação total mensal médio e a radiação global mensal média para os anos de estudo. Do lado direito estão plotados a temperatura mensal média, a umidade relativa mensal média e o número de ninhos ativos no período de estudo. Os dados climáticos foram obtidos junto à Estação Climatológica Automática na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF.

Figura 2 – Comparação das médias (\pm EP) das variáveis de hábitat que exibiram diferenças significativas entre os pontos com e sem ninhos em territórios de tizius, no campus Darcy Ribeiro, na estação reprodutiva de 2003-2004 (teste Kruskal-Wallis: $P < 0,05$, $g.l. = 1$). Os pontos amostrados são: 0 = sem ninho e 1 = com ninho.

Figura 3 – Comparação das médias (\pm EP) das variáveis de hábitat que exibiram diferenças significativas entre os pontos com e sem ninhos em territórios de tizius, na Fazenda Água Limpa, na estação reprodutiva de 2004-2005 (teste Kruskal-Wallis: $P < 0,05$, $g.l. = 1$). Os pontos amostrados são: 0 = sem ninho e 1 = com ninho.

Figura 4 – Comparação da média (\pm EP) de distâncias até o ninho vizinho mais próximo com relação aos ninhos de tizius que foram bem e mal sucedidos no campus Darcy Ribeiro, na estação reprodutiva de 2003-2004 (teste Kruskal-Wallis: $P < 0,05$, $g.l. = 1$). O status do ninho é designado como: NS = mal sucedido e S = bem sucedido.

Figura 1

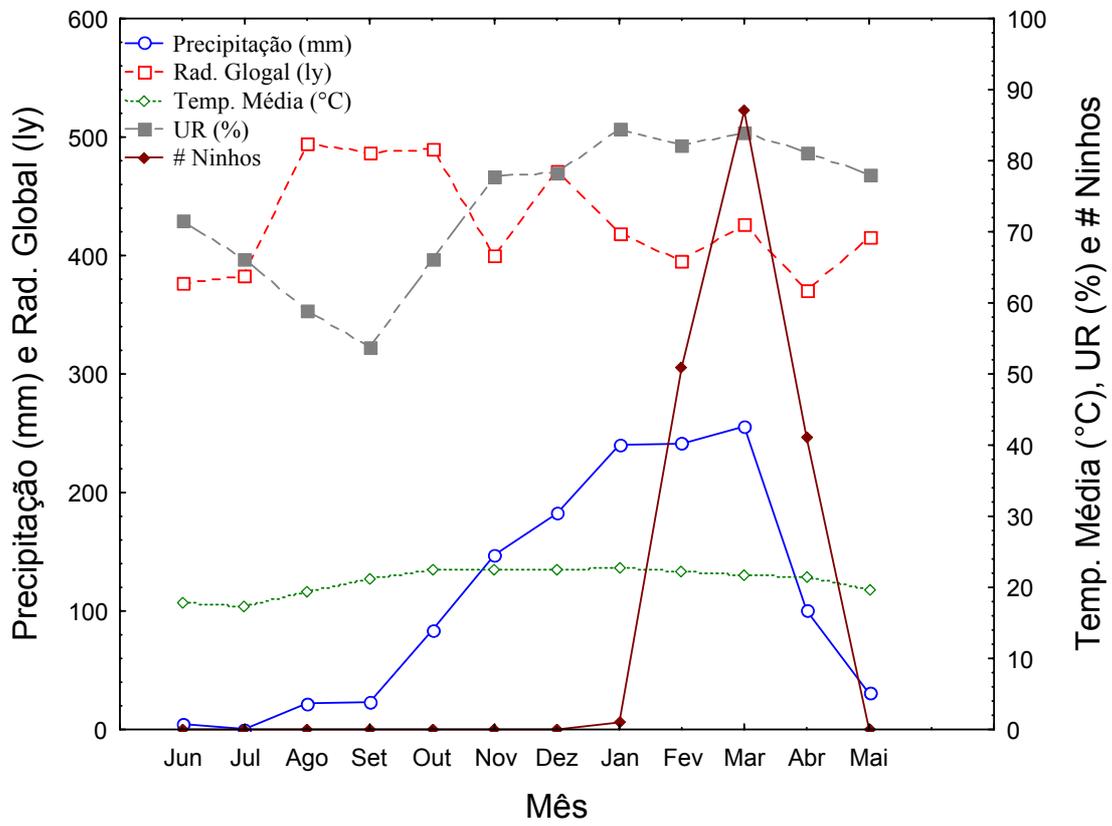


Figura 2

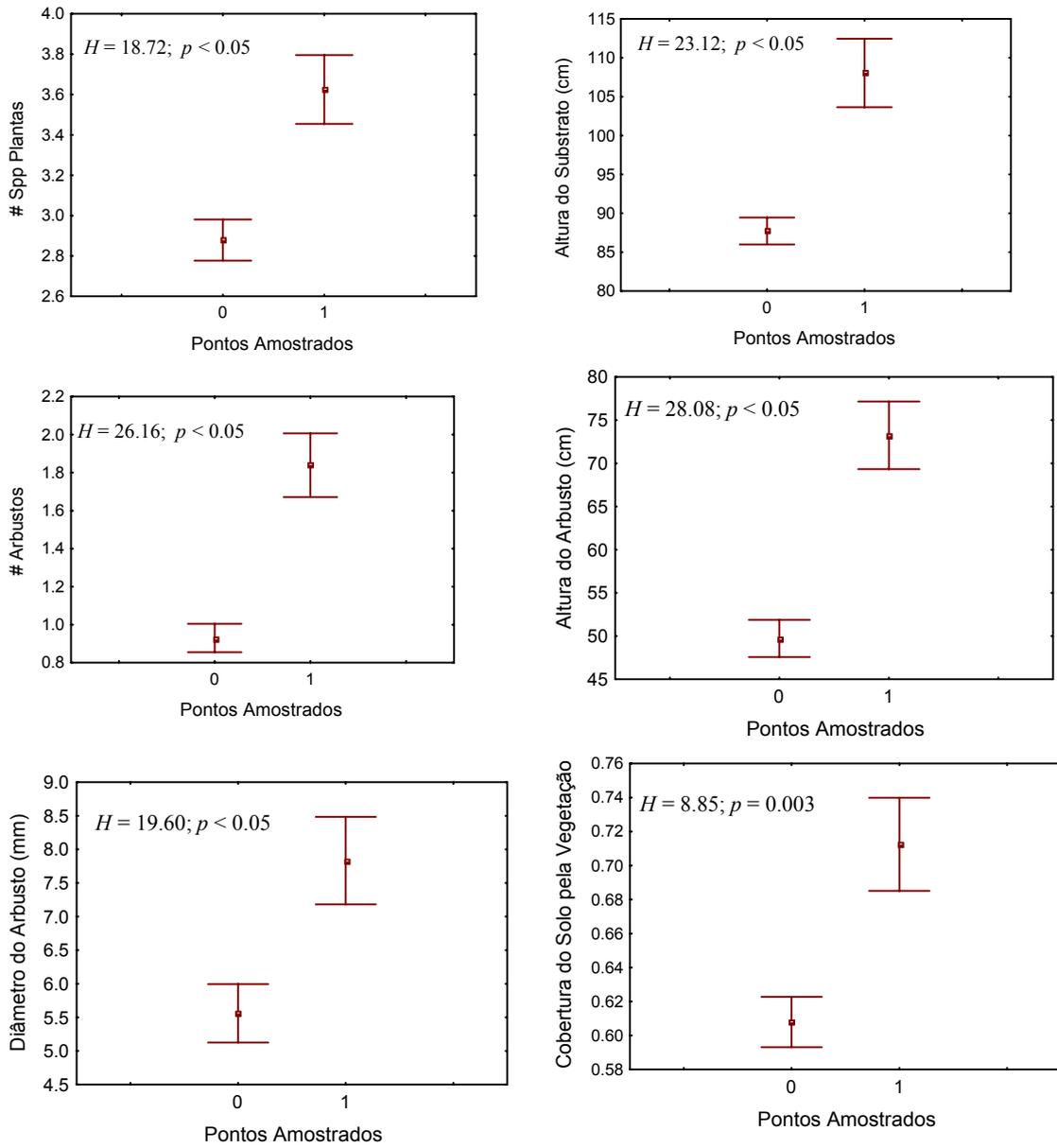


Figura 3

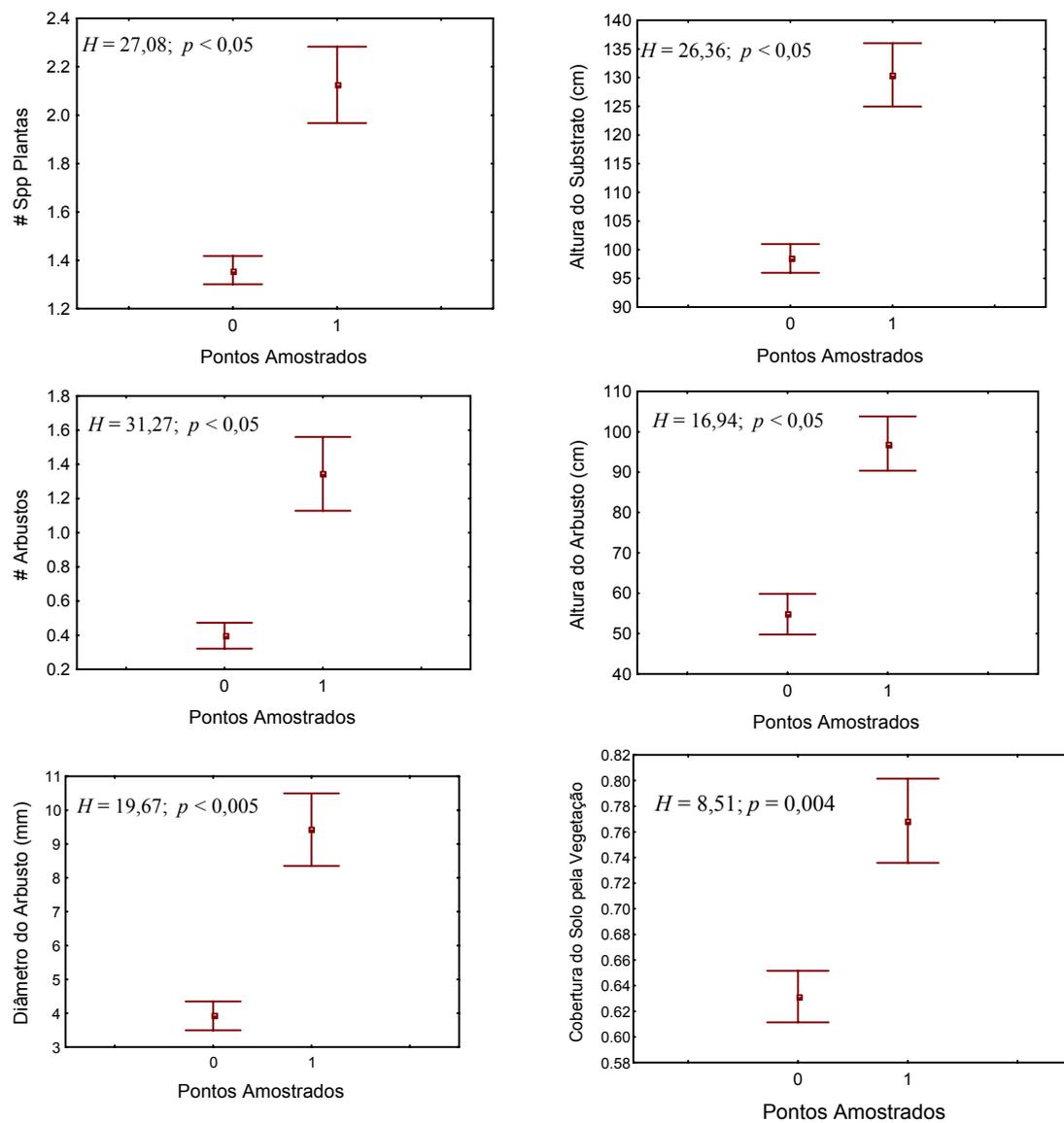
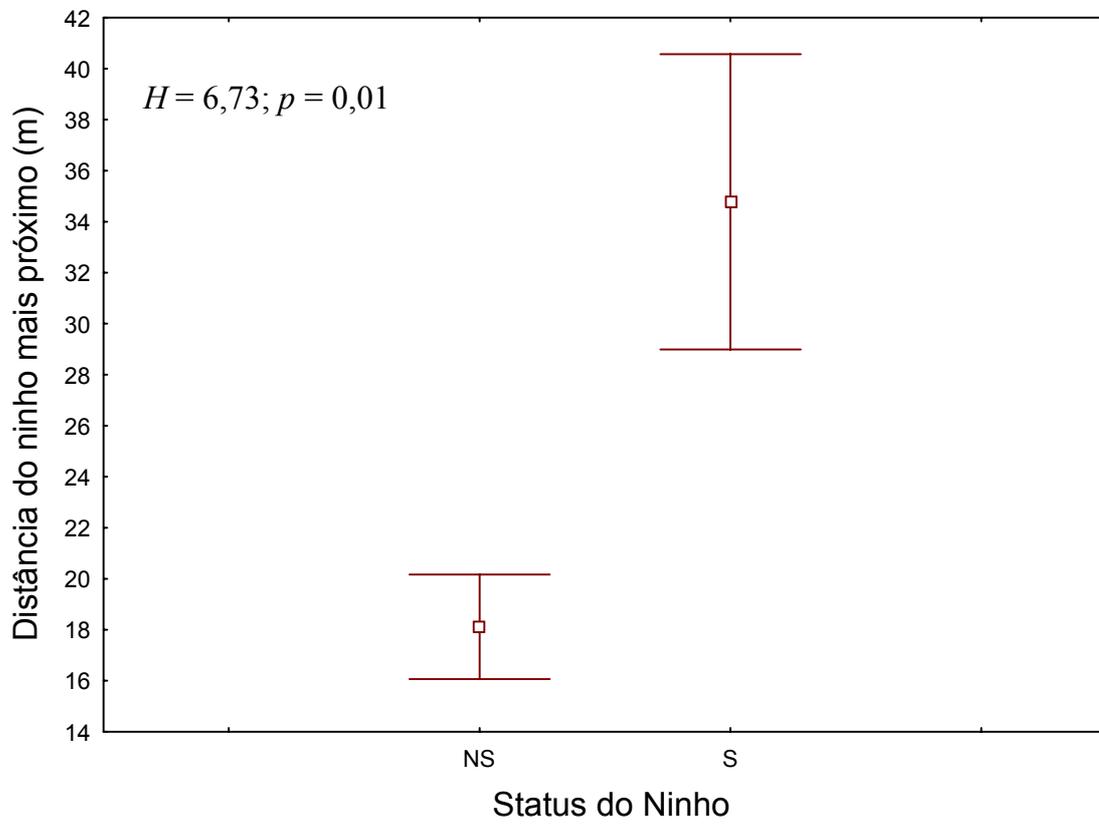


Figura 4



CAPÍTULO V

Ausência de Efeitos de Parasitas Sobre Características Morfológicas de *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae) em Condições Silvestres

RESUMO

A teoria da seleção sexual sugere que parasitas podem afetar negativamente caracteres sexuais secundários e condição corporal de seus hospedeiros, e reduzir o sucesso de acasalamento. Alguns estudos têm verificado que machos com baixos níveis de parasitas são favorecidos pelas fêmeas, sugerindo que a infecção por parasitas pode ser um bom indicador da qualidade dos machos. O objetivo deste estudo foi avaliar o nível do parasitismo e sua possível associação com caracteres morfométricos e de plumagem em uma população silvestre de Tizius (*Volatinia jacarina*). Foram capturados 293 indivíduos e coletadas amostras de ectoparasitas, endoparasitas (sangue e fezes), e dados morfométricos (massa, comprimento da asa, cauda, tarso e narina). Características da plumagem dos machos incluíram a porcentagem de cobertura pela plumagem nupcial e o tamanho da mancha branca sob as asas, exibida nos displays. Não foi encontrada nenhuma associação significativa entre o nível de parasitismo e características de morfometria ou plumagem.

Estes resultados contrastam com outro estudo paralelo, realizado em cativeiro, onde machos infectados por parasitas mostraram um declínio significativo na condição corporal através do tempo. Em populações silvestres pode ser difícil detectar o impacto do parasitismo uma vez que informações não estão disponíveis sobre a persistência do parasitismo nos hospedeiros.

INTRODUÇÃO

O parasitismo pode ser definido como uma íntima relação entre duas espécies diferentes, onde existe unilateralidade de benefícios, ou seja, o hospedeiro é espoliado pelo parasita, pois fornece alimento e abrigo para este (Price 1980; Pianka 1994; Neves *et al.* 1995; Friend & Franson 1999). O número de espécies parasitas é imenso, considerando-se que só entre os insetos cerca de 60% são parasitas. Para serem bem sucedidos, parasitas devem ter boa capacidade de dispersão, reprodução e sobrevivência de estágios infectivos (Price 1980).

Infecções e doenças parasitárias podem influenciar populações de aves silvestres, causando morte prematura e reduzindo a performance reprodutiva. Em especial, as doenças causadas por parasitas têm grande impacto sobre os jovens em uma população (Cooper 1989).

É possível que parasitas também possam prejudicar o sucesso de acasalamento de seus hospedeiros reduzindo a atratividade de indivíduos e, portanto, a probabilidade destes serem escolhidos como parceiros (Hamilton & Zuk 1982). De acordo com essa hipótese, parasitas nesse contexto representam agentes de seleção que resultam na produção de

hospedeiros com genótipos mais resistentes. Fêmeas, ao escolherem machos mais resistentes aos parasitas, produziriam prole que herdaria essa maior resistência. Fêmeas teriam como indicadores de maior resistência dos machos características fenotípicas indicativas de saúde, que incluem exuberância da plumagem ou de displays. Desta forma, sugere-se a existência de uma influência do parasitismo sobre a seleção sexual, ou seja, o processo de seleção de caracteres relacionados apenas com o aumento do sucesso de acasalamento (Darwin 1859).

Nos trópicos são escassos os trabalhos sobre o sistema parasita-hospedeiro (Poulin 1995), e no Brasil, em particular, os poucos estudos que enfocam ectoparasitas de aves silvestres abordam apenas aspectos das relações parasita-hospedeiro, sistemática de ácaros plumícolas (Roda & Farias 1999) ou a ocorrência e abundância de ectoparasitas (Oniki & Willis 1993; Marini *et al.* 1996; Marini & Couto 1997; Rojas *et al.* 1999; Kanegae 2003). No entanto, de forma geral esses trabalhos não investigam a influência dos ectoparasitas sobre o sucesso reprodutivo diretamente, à exceção de Costa e Macedo (2005).

Apesar do crescente número de pesquisas sobre o efeito de parasitas, como ácaros e carrapatos em aves, os resultados mostram um surpreendente grau de conflito, e as evidências de danos à saúde do hospedeiro ou a aptidão reprodutiva são frequentemente ambíguas (Proctor & Owens 2000). Além disso, muitos desses estudos não fornecem evidências que comprovem a real influência de parasitas sobre seleção sexual, e se fêmeas, ao escolherem determinadas características nos machos, estariam realmente escolhendo-as como indicadoras de baixos níveis de parasitismo (Møller *et al.* 1999) como proposto pela hipótese de Hamilton e Zuk (1982).

O presente trabalho pretende contribuir na investigação da influência do parasitismo sobre a seleção sexual, usando como objeto de estudo *Volatinia jacarina* (o “tiziú”). Esse

pássaro é um dos mais comuns emberizíneos deste país. O macho, em plumagem nupcial, possui plumagem negra com brilho azulado, uniforme, com as axilares e coberteiras inferiores da asa branca. Fêmea e imaturo são pardos nas partes superiores e esbranquiçados nas partes inferiores. Vivem em áreas de vegetações abertas e alteradas que podem ser próximas a áreas urbanas (Sick 1997). Sua reprodução ocorre de novembro a fevereiro no Planalto Central. No Distrito Federal deixam de ser registrados a partir de maio, retornando em novembro onde iniciam a marcação de seus territórios. A demarcação territorial é feita através de canto e também com a execução de displays (Antas & Cavalcanti 1998; Almeida 2001; Almeida & Macedo 2001). Estes displays são caracterizados por saltos verticais, com auxílio de batidas das asas, onde podem ser observadas as manchas axilares brancas. Estes saltos podem ou não ser acompanhados da vocalização “t-i-z-i-u” (Alderton 1963). Um estudo recente indica que as populações de tizius do Planalto Central têm uma alta taxa de fertilizações extrapar, sendo que em média, 50% dos filhotes em cada ninho não pertencem ao macho que os alimenta (Carvalho 2002).

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto de parasitas sobre caracteres morfológicos e também sobre caracteres possivelmente importantes na seleção sexual em uma população silvestre de tizius. Na literatura, vários estudos têm verificado que características reprodutivas, como as encontradas entre os tizius, que incluem acentuado dimorfismo sexual na época reprodutiva, displays energéticos executados por machos, e altas taxas de fertilização extrapar, sugerem uma vigorosa ação da seleção sexual (Andersson 1982; Norris 1990; Westcott 1992; Jones & Hunter 1993; Sætre *et al.* 1994; Mateos & Carranza 1995; Gibson 1996; Tomkins & Simmons 1998; Hill *et al.* 1999; Kose *et al.* 1999; Siitari *et al.* 2002; Kraaijeveld *et al.* 2004).

Neste trabalho, duas hipóteses foram testadas: (1) Machos e fêmeas parasitados exibem condições morfológicas inferiores quando comparados a indivíduos não parasitados; e (2) machos parasitados exibem caracteres sexuais secundários menos exuberantes que machos não parasitados.

MÉTODOS

O trabalho de campo foi realizado na Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília, e localizada na cidade de Brasília – DF (16°56'S e 47°55'O). A área é composta por cerrado *sensu strictu* além de áreas de plantio. O clima da região é tropical sazonal, com inverno (maio a setembro) seco e temperaturas médias anuais que variam entre 22 e 23°C, podendo ultrapassar 40°C em alguns meses do ano. A precipitação média anual varia entre 1200 e 1800mm (Coutinho 2000). O período de chuvas (novembro a abril) corresponde à estação reprodutiva do tiziu (Almeida 2001; Almeida & Macedo 2001; Carvalho 2002; Costa 2002), sendo que o trabalho de captura ocorreu entre novembro de 2004 a janeiro de 2005.

Os animais capturados foram marcados com anilhas metálicas fornecidas pelo CEMAVE, anilhas coloridas de plástico e pesados e medidos (comprimento da asa, cauda tarso e narina) com auxílio de pesola e paquímetro (IBAMA 1994). Para os machos, duas características de plumagem foram avaliadas. Primeiro dois pesquisadores fizeram, independentemente, uma estimativa do percentual (0 a 100%) de plumagem nupcial (penas negras) que recobriam o corpo do pássaro. Segundo, o tamanho da mancha branca na parte inferior das asas relativo à medida do tamanho total da asa foi computado. Para obter-se o

tamanho da mancha branca a asa foi gentilmente achatada contra uma transparência e tanto o contorno da asa quanto da mancha foram desenhados (Costa & Macedo 2005). Posteriormente, esses desenhos foram digitalizados e com o auxílio do programa Autocad (Autodesk Inc. 1997), as áreas da mancha e da asa foram calculadas.

Para a avaliação do parasitismo, foram amostrados ectoparasitas e endoparasitas. Todas as aves capturadas foram avaliadas quanto aos ectoparasitas, carrapatos e piolhos mastigadores (Mallophoga), que foram quantificados e coletados como em Kanegae (2003). A presença dos piolhos era determinada através da inspeção das penas das asas e caudas contra a luz, e a contagem dos mesmos foi realizada com o auxílio de uma pequena lupa. A presença de carrapatos foi verificada em todo corpo da ave, entre as penas. Piolhos e carrapatos foram coletados com uma pinça e conservados em álcool 70% para posterior identificação. Os endoparasitas foram avaliados por meio da coleta de fezes e sangue. As fezes frescas (n = 213 aves) foram coletadas e acondicionadas em empendorfs com água. A amostra foi homogeneizada e colocada para sedimentar. Essas amostras foram conservadas em geladeira até o momento da análise (Foreyt 1995; Sloss *et al.* 1999), quando então uma alíquota da amostra era colocada em uma lâmina, corada com lugol, coberta por lamínula e visualizada com microscópio óptico. A área da lamínula era percorrida e o número de cistos e ovos encontrados eram registrados. Este procedimento foi realizado três vezes, para cada amostra, e o grau de parasitismo (número absoluto de oocistos) para cada indivíduo foi determinado pela média destas três análises. Optou-se pelo método de sedimentação, porque os métodos de flutuação comuns não permitem a visualização de alguns ovos de trematóides e cestóides (Sloss *et al.* 1999). Para a avaliação dos hemoparasitas, retirou-se uma gota de sangue do tarso das aves (n = 243) com o auxílio de uma lanceta descartável e fez-se um esfregaço. Este era fixado com metanol e as lâminas eram posteriormente

coradas com GIEMSA (Foreyt 1995; Sloss *et al.* 1999). Para cada lâmina 100 campos (10.00 hemácias) foram selecionados. A seleção dos campos foi baseada na qualidade dos mesmos, campos que não foram bem corados ou que continham artefatos foram dispensados. A visualização dos campos foi feita por meio de lente de imersão de microscópio óptico. Os parasitas encontrados foram contados e identificados.

Foram consideradas parasitadas aquelas aves que apresentassem pelo menos um indivíduo de algum parasita. A prevalência do parasitismo (expressa em %) foi determinada dividindo-se o número de aves infectadas com uma espécie particular de parasita pelo número total de aves examinadas (Margolis *et al.* 1982). Já a intensidade do parasitismo refere-se ao número de parasitas encontradas por indivíduos e a intensidade média é o número total de parasitas de uma dada espécie, dividido pelo número total de indivíduos na amostra infectados por aquele parasita (Margolis *et al.* 1982). Os parâmetros quantificados foram descritos por meio da média \pm erro padrão. Os parâmetros morfométricos e os caracteres sexuais secundários de machos foram examinados para determinar a existência de correlações com o grau de parasitismo dos indivíduos por meio de análises de Mann-Whitney. As análises foram realizadas no pacote estatístico Statistica 6.0 (StatSoft 2001).

RESULTADOS

Foram capturados um total de 293 tizius. Destes, quatro eram jovens e não foram incluídos nas análises. Dos 289 adultos capturados, 113 eram fêmeas e 176 machos. Como ectoparasitas foram encontrados carrapatos (Acarina, Ixodidae) e piolhos (Arthropoda, Mallophaga). Não foram encontrados hemoparasitas em nenhuma das amostras analisadas. Como endoparasitas, foram encontrados oocistos de coccídeos, e ovos de cestóides e

ascarídeas. Constatou-se que, apesar do número alto de indivíduos com pelo menos um endoparasita, a prevalência e a intensidade média desse tipo de parasitismo foram baixas (Tabela 1). Já a prevalência de ectoparasitas é bem mais acentuada. A intensidade média de carrapatos foi baixa enquanto a intensidade média de Mallophaga foi alta. A tendência é equivalente para os dois sexos.

Não foram detectadas diferenças estatísticas entre machos parasitados e não parasitados, tanto em seus aspectos morfométricos quanto em suas características de plumagem, tidas como características sexuais secundárias (Tabela 2). Semelhante ao que foi observado para os machos, as fêmeas parasitadas e não parasitadas não variaram quanto aos aspectos morfológicos (Tabela 3).

DISCUSSÃO

A ausência de parasitas sanguíneos talvez possa estar relacionada com a distribuição geográfica dos vetores. Greiner *et al.* (1975) verificou que a distribuição de parasitas da América do Norte coincidia com a distribuição de seus vetores. A transmissão de hemoparasitas é muito influenciada por habitats, áreas geográficas, abundância do vetor, densidade do hospedeiro e condições climáticas (Atkinson & Riper III 1991, Atkinson 1991). Uma outra explicação seria a adaptação a estes parasitas, populações de *V. jacarina* podem ser mais resistentes a infecções por *Haemoproteus*. Em populações humanas, diferentes etnias apresentam diferentes taxas de infecção por malária, causadas pelo *Plasmodium falciparum*, que parecem ter base genética (Modiano *et al.* 1996).

Tanto a prevalência quanto a intensidade de endoparasitas foram bastante insignificantes para a população amostrada. No entanto, a prevalência e a intensidade de ectoparasitas foi alta para ambos os sexos. Os valores encontrados para a prevalência de Mallophaga neste estudo foram superiores aos registrados por Robles (1998) e Costa (2002), para a mesma espécie e aos valores registrados por Neves *et al.*, (2000) que examinou a ocorrência de Mallophaga em nove espécies de Emberizidae em Pernambuco. No estudo de Robles (1998) a prevalência encontrada foi de 12,5%, mas o número de indivíduos amostrado ($n = 8$) foi muito pequeno, o que talvez explique as grandes diferenças nos valores. A diferença de valores de prevalência entre o estudo de Costa (2002) (34,74%) e de Neves *et al.*, (2000) (31,92%) e este estudo (52%) não foi muito grande. No entanto, a intensidade média de parasitas encontrada neste estudo (57,3) é muito superior à encontrada por Costa (2002) (3,12). Apesar das metodologias diversas, o uso da jarra com clorofórmio em Costa (2002) (mais eficaz) e o exame visual em nosso estudo, a abundância de piolhos mastigadores foi maior em nosso estudo evidenciando uma maior abundância destes parasitas na área de nosso estudo. Outro fator que talvez possa explicar estas diferenças são as áreas de estudo. Este estudo foi realizado em uma área relativamente preservada, enquanto Costa (2002) efetuou seu estudo em área muito alterada. Estas características talvez possam estar prejudicando a dispersão e reprodução do ectoparasita Mallophaga. Alterações ambientais não só podem beneficiar a transmissão e o aumento das populações de parasitas (Gettinger & Ernest 1995; Real 1996) como também podem ter efeito negativo sobre estas populações de parasitas reduzindo sua densidade populacional (Lafferty & Kuris 1999).

Não registramos um impacto negativo de parasitas (externos e internos) sobre aspectos morfométricos, uma vez que as características avaliadas não diferiram entre

indivíduos parasitados e aqueles livres de parasitas. Os parasitas também parecem não ter alterado as características sexuais secundárias de plumagem dos machos (tamanho relativo da mancha branca e percentual de plumagem negra). Outros estudos também não têm identificado qualquer efeito negativo de parasitas sobre ornamentos envolvidos na seleção sexual (Read & Harvey 1989; Kirkpatrick *et al.* 1991; Weatherhead *et al.* 1991; Walther *et al.* 1999). Porém, muitos trabalhos na literatura têm verificado o efeito de parasitas sobre ornamentos (Burley *et al.* 1991; Zuk 1991; Garvin & Remsen 1997; Brawner *et al.* 2000, Hõrak *et al.* 2001; Doucet & Montgomerie 2003; Hõrak *et al.* 2004; Hill *et al.* 2005).

Apesar de grande parte da população mostrar-se infectada por ectoparasitas, a ausência de um efeito deletério provavelmente deve-se à um menor dano causado por estes parasitas. Os Mallophaga têm cabeças obtusas que são mais largas que o tórax e têm peças bucais como mandíbulas. Estes insetos se alimentam de crostas e secreções da pele, penas e outros materiais orgânicos da pele. Eles podem ingerir sangue das feridas e geralmente são amarelados. Suas pernas são adaptadas para movimentos rápidos sobre a pele (Sloss *et al.* 1999). Passam a vida inteira em um único hospedeiro, sendo a morte de seu hospedeiro o sinônimo de sua própria morte (Hopkins 1942), assim não podem causar muitos danos aos seus hospedeiros. Costa (2002) encontrou prevalências relativamente altas de ectoparasitas, mas devido às baixas intensidades não considerou que as infestações fossem suficientemente graves para ter efeito negativo sobre as aves. Em publicação subsequente (Costa & Macedo 2005) analisou somente as conseqüências de infecções por coccídeos, que eram de grande intensidade, mostrando que esses parasitas estavam associados à plumagem menos exuberante, menor altura nos displays, menor massa corporal, e índice de tamanho reduzido. Como Costa e Macedo (2005) outros estudos têm verificado a influência negativa de coccídeos sobre a plumagem e outros caracteres de seus hospedeiros (Hill &

Brawner III 1998; Brawner *et al.* 2000; McGraw & Hill 2000; Hōrak *et al.* 2004; Hill *et al.* 2005).

Entre os endoparasitas mais nocivos para as aves estão os coccídeos. Este complexo grupo de protozoários parasitas usualmente invadem o trato intestinal das aves causando danos no intestino e interrupção do processo de absorção de nutrientes (Hadley 1916; Friend & Franson 1999; Foreyt 2005). Quando analisamos a prevalência e intensidade de coccídeos, verificamos que o registro deste estudo foi surpreendentemente inferior ao registrado em Costa e Macedo (2005), e também às observações realizadas em cativeiro em um estudo paralelo (Aguilar & Macedo, *em prep.*). Uma explicação possível para isso, é que nos estudos de Costa e Macedo (2005) e Aguilar e Macedo (*em prep.*), a coleta de fezes ocorreu após as 15:00 hs, período em que os hospedeiros excretam o maior número de coccídeos (Brawner & Hill 1999). Porém, no atual estudo em ambiente silvestre, as coletas foram efetuadas no horário da manhã (a partir das 06:00 h). Brawner e Hill (1999) não registraram nenhum oocisto nas fezes amostradas antes das 10:00 da manhã. Ao contrário deles, registramos parasitas, ainda que poucos, no período da manhã. O que pode dever-se à metodologia utilizada para análise de fezes. Não usamos métodos de flutuação comum, optamos pelo método de sedimentação, que altera menos a estrutura dos ovos e parasitas (Sloss *et al.* 1999). Ainda quanto aos parasitas encontrados nas fezes, este estudo e o estudo de Aguilar e Macedo (*em prep.*), realizado em cativeiro, apresentaram uma diversidade maior de parasitas, o que também poderia ser explicado pelo método da sedimentação.

Outra explicação possível para as diferenças nas taxas de intensidade encontradas no atual estudo em comparação com Costa & Macedo (2005) seria que neste último, as capturas foram efetuadas em uma área urbana, com ambiente altamente modificado. É possível que a população de tizius nessa área encontre-se mais concentrada do que a área de

captura utilizada no atual estudo, o que facilitaria a disseminação dos endoparasitas na população. Com a redução de habitats e o aumento da densidade populacional das aves silvestres, coccídeos podem vir a ter sua prevalência muito aumentada e se tornarem um grave problema (Friend & Franson 1999).

Portanto, a baixa intensidade (aliada à baixa prevalência) de coccídeos e outros endoparasitas poderia explicar a ausência de conseqüências sobre os caracteres morfométricos em ambos os sexos, além dos caracteres sexuais secundários nos machos. Porém, experimentos em cativeiro com *V. jacarina* têm mostrado resultados divergentes, onde se verifica um impacto negativo de parasitas sobre os caracteres sexuais secundários, elementos dos displays e condição corporal. Essas diferenças aparecem ao longo do período de estudo, indicando que existe a possibilidade de que para os parasitas terem efeitos negativos, é necessário que a ave permaneça por um longo período exposta à infecção. Também sugere que há uma necessidade em se acompanhar as aves por um tempo maior, a fim de se identificar os efeitos do parasitismo (Aguilar & Macedo em prep.).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alderton, C. C.** 1963. The breeding behavior of the Blue-black Grassquit. *Condor*, 65, 154-162.
- Almeida, J. B. de** 2001. *Determinantes ecológicos da reprodução de Volatinia jacarina (Passeres, Emberezidae)*. Dissertação de mestrado. do Curso de Pós-Graduação em Ecologia, UnB, Brasília, DF, Brasil.

- Almeida, J. B. & Macedo, R. H.** 2001. Lek-like mating system of the monogamous Blue-black Grassquit. *Auk*, 118, 404-411.
- Andersson, M.** 1982. Female choice selects for extreme tail length in a widowbird. *Nature*, 299, 818-820.
- Antas, P. de T. Z. & Cavalcanti, R. B.** 1998. *Aves comuns do Planalto Central*. Brasília, Editora UnB, 238 pgs.
- Atkinson, C. T.** 1991. Vectors, epizootiology, and pathogenicity of avian species of *Haemoproteus* (Haemosporina: Haemoproteidae). *Bull. Soc. Vector Ecol.*, 16, 109-126.
- Atkinson, C. T. & Riper III, C. van** 1991. Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leucocytozoon*, and *Haemoproteus*. In: *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour* (Ed. by E. Loye & M. Zuk.). Oxford ornithology series. Oxford University Press, New York.
- Autodesk** 1997. Autocad Release 14.0. Acis@Copyright (1994, 1997) Spatial Technology, Inc., Three – Space Ltda. And Applied Geometry Corp.
- Brawner, W. R. & Hill, G. E.** 1999. Temporal variation in shedding of coccidial oocysts: implications for sexual-selection studies. *Can. J. Zool.*, 77, 347-350.
- Brawner, W. R., Hill, G. E. & Sundermann, C. A.** 2000. Effects of coccidial and mycoplasmal infections on carotenoid-based plumage pigmentation in male house finches. *Auk*, 117, 952-963.
- Burley, N., Tidemann, S. C. & Halupka, K.** 1991. Bill colour and parasite levels of zebra finches. In: E. Loye & M. Zuk (ed.), *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour*. Oxford Ornithology Series. Oxford University Press, New York.

- Carvalho, C. B. V. de** 2002. *Biologia reprodutiva e ecologia comportamental de *Volatinia jacarina* (Aves: Emberezidae) em uma área de cerrado: um estudo utilizando marcadores moleculares microsatélites*. Tese de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- Cooper, J. E.** 1989. The role of pathogens in threatened populations: an historical review. In: J. E. Cooper (ed.) *Disease and threatened birds - International council for bird preservation technical publication* (nº. 10). British Library Cataloguing in Publication Data. Cambridge, England.
- Costa, F. J. V.** 2002. *O efeito de parasites sobre a condição corporal e os caracteres sexuais secundários do Tziu (*Volatinia jacarina*)*. Dissertação de mestrado do Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, UnB, Brasília, DF, Brasil.
- Costa, F. J. V. & Macedo, R. H. F.** 2005. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *Anim. Behav.*, 70, 1401-1409.
- Coutinho, L. M.** 2000. O bioma do cerrado. In: *Eugen Warming e o cerrado brasileiro* (Ed. by A. L. Klein). Editora UNESP, São Paulo, SP.
- Darwin, C.** 1859. *Origem das espécies*. Editora Itatiaia, 2002, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Doucet, S. M. & Montgomerie, R.** 2003. Structural plumage colour and parasites in satin bowerbirds *Ptilonorhynchus violaceus*: implications for sexual selection. *J. Avian Biol.*, 34, 237-242.
- Foreyt, W. J.** 2005. *Parasitologia veterinária: manual de referência*. 5ª edição, Roca, São Paulo, Brasil.

- Friend, M. & Franson, C.** 1999. *Manual of wildlife diseases*. Information and Technology Report, U. S. Fish and Wildlife Service. Washington, DC, United States of America.
- Garvin, M. C. & Remsen Jr, J. V.** 1997. An alternative hypothesis for heavier parasite loads of brightly colored birds: exposure at the nest. *Auk*, 114, 179-191.
- Gettinger, D. & Ernest, K. A.** 1995. Small-mammal community structure and the specificity of ectoparasite association in Central Brazil. *Rev. Bras. Biol.*, 55(2), 331-341.
- Gibson, R. M.** 1996. Female choice in sage grouse: the roles of attraction and active comparison. *Behav. Ecol. and Sociob.*, 39(1): 55-59.
- Greiner, E. C., Bennett, G. F., White, E. & Coombs, R. F.** 1975. Distribution of the avian haematozoa of North America. *Can. J. Zool.*, 53, 1762-1787.
- Hadley, P. B.** 1916. Coccidia in subepithelial infections of the intestines of birds. *Contributions*, 222, 73-78.
- Hamilton, W. D. & Zuk, M.** 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science*, 218, 384-386.
- Hill, G. E. & Brawner III, W. R.** 1998. Melanin – based plumage coloration in the house finch is unaffected by coccidial infection. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 265, 1105-1109.
- Hill, G. E., Doucet, S. M. & Buchholz, R.** 2005. The effect of coccidial infection on iridescent plumage coloration in wild turkeys. *Anim. Behav.*, 69, 387-394.
- Hill, G. E., Nolan, P. M. & Stoehr, A. M.** 1999. Pairing success relative to male plumage redness and pigment symmetry in the house finch: temporal and geographic constancy. *Behav. Ecol.*, 10, 48-53.
- Hopkins, G. H. E.** 1942. The Mallophaga as an aid to the classification of birds. *IBIS*, VI,94-106.

- Hõrak, P., Ots, I., Vellau, H., Spottiswoode, C. & Møller, A. P.** 2001. Carotenoid-based plumage coloration reflects hemoparasite infection and local survival in breeding great tits. *Oecol.*, 126, 166-173.
- Hõrak, P., Saks, L., Karu, U., Ots, I., Surai, P. F. & McGraw, K. J.** 2004. How coccidian parasites affect health and appearance of greenfinches. *J. Anim. Ecol.*, 73, 935-947.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)** 1994. *Manual de anilhamento de aves silvestres*. 2ª edição, Brasília, DF, Brasil.
- Jones, I. L. & Hunter, F. M.** 1993. Mutual sexual selection in a monogamous seabird. *Nature*, 362: 238-239.
- Kanegae, M. F.** 2003. *Comparação dos padrões de ectoparasitismo em aves de cerrado e de mata de galeria do Distrito Federal*. Dissertação de mestrado do curso de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Kirkpatrick, C. E., Robinson, S. K. & Kitron, U. D.** 1991. Phenotypic correlates of blood parasitism in the common grackle. In: Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour. Edt. E. Loye & M. Zuk. Oxford ornithology series. Oxford University Press, New York.
- Kose, M., Mänd, R. & Møller, A. P.** 1999. Sexual selection for white tail spots in the barn swallow in relation to habitat choice by feather lice. *Anim. Behav.*, 58, 1201-1205.
- Kraaijeveld, K., Gregurke, J., Hall, C., Komdeur, J. & Mulder, R. A.** 2004. Mutual ornamentation, sexual selection, and social dominance in black swan. *Behav. Ecol.*, 15, 380-389.
- Lafferty, K. D. & Kuris, A. M.** 1999. How environmental stress affects the impacts of parasites. *Limnol. Oceanogr.*, 44: 925-931.

- Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. & Schad, G. A.** 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Jour. Parasitol.*, 68, 131-133.
- Marini, M. Â. & Couto, D.** 1997. Correlações ecológicas entre ectoparasitas e aves de florestas de Minas Gerais. In: L. L. Leite & C. H. Saito (ed.) *Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado – Trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil (Brasília 6-11/10/96)*. Brasília, Universidade de Brasília, 1997.
- Marini, M. Â., B. Reinert, L., Bornschein, M. R., Pinto, J. C. & Pichorim, M. A.** 1996. Ecological correlates of ectoparasitism on Atlantic Forest birds, Brazil. *Ararajuba*, 4,(2) 93-102.
- Mateos, C. & Carranza, J.** 1995. Female choice for morphological features of male ring-necked pheasants. *Anim. Behav.*, 49, 737-748.
- McGraw, K. J. & Hill, G. E.** 2000. Plumage brightness and breeding-season dominance in the house finch: a negatively correlated handicap? *Condor*, 102, 456-461.
- Modiano, D., Petrarca, V., Sirima, B. S., Nebie, I., Diallo, D., Esposio, F. & Coluzzi, M.** 1996. Different response to *Plasmodium falciparum* malaria in West African sympatric ethnic groups. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93, 13206-13211.
- Møller, A. P.; Christe, P. & Lux, E.** 1999. Parasitism, host immune function, and sexual selection. *Quart. Rev. Biol.*, 74, 3-20.
- Neves, D. P., De Melo, A. L., Genaro, O. & Linard, P. M.** 1995. *Parasitologia humana*. Editora Atheneu, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Neves, R. L., Farias, A. M. I. De, Telino Jr., W. R., Arzua, M., Botelho, M. C. N., Lima, M. C. Da A. E** 2000. Ectoparasitismo em aves silvestres (Passeriformes: Emberizidae) de Mata Atlântica, Igarassu, Pernambuco. *Melopsittacus*, 3, 64-71.

- Norris, K. J.** 1990. Female choice and the evolution of the conspicuous plumage coloration of monogamous male great tits. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 26, 129-138.
- Oniki, Y. & Willis, E. O.** 1993. Pesos, medidas, mudas, temperaturas cloacais e ectoparasitas de aves da Reserva Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. *Boletim CEO*, 9, 2-10.
- Pianka, E. R.** 1994. *Evolutionary ecology*. Fifth Edition, HarperCollins College Publishers, New York, United States of America.
- Poulin, R.** 1995. Phylogeny, ecology and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecol. Monog.*, 65(3): 283-302.
- Price, P. W.** 1980. *Evolutionary biology of parasites*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Proctor, H. & Owens, I.** 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trends in Ecol. and Evo.*, 15,(9) 358-364.
- Read, A. F. & Harvey, P. H.** 1989. Reassessment of comparative evidence for Hamilton and Zuk theory on the evolution of secondary sexual characters. *Nature*, 339, 618-620.
- Real, L. A.** 1996. Sustainability and ecology of infectious disease. *Bioscience*, 46(2), 88-97.
- Roda, S. A. & De Farias, Â. M. I.** 1999. Ácaros plumícolas em aves Passeriformes da Zona da Mata Norte de Pernambuco, Brasil. *Revi. Brasil. de Zool.*, 16,(3) 879-886.
- Robles, M. del R. R.** 1998. Correlações ecológicas entre ectoparasitos e aves de floresta e cerrado nas área de proteção do Barreiro e Mutuca, municípios de Belo Horizonte e Nova Lima, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado apresentada a Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Belo Horizonte, 68 pgs.

- Rojas, R., Marini, M. Â. & Coutinho, M. T. Z.** 1999. Wild birds as hosts of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae). *Mem. do Insti. Oswa. Cruz, Rio de Janeiro*, 94,(3) 315-322.
- Sætre, G., Dale, S. & Slagsvold, T.** 1994. Female pied flycatchers prefer brightly colored males. *Anim. Behav.*, 48, 1407-1415.
- Sick, H.** 1997. *Ornitologia Brasileira*, Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Siitari, H., Honkavaara, J., Huhta, E. & Viitala, J.** 2002. Ultraviolet reflection and female mate choice in pied flycatcher, *Ficedula hypoleuca*. *Anim. Behav.* 63:97-102.
- Sloss, M. W., Kemp, R. L. & Zajac, A. M.** 1999. *Parasitologia clínica veterinária*. Sexta edição, Editora Manole Ltda., São Paulo, Brasil.
- StatSoft, Inc.** 2001. *STATISTICA for Windows* [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc.
- Tomkins, J. L. & Simmons, L. W.** 1998. Female choice and manipulation of forceps size and symmetry in the earwig *Forficula auriculata* L. *Anim. Behaviour*, 56, 347-356.
- Walther, B. A., Clayton, D. H. & Gregory, R. D.** 1999. Showiness of neotropical birds in relation to ectoparasite abundance and foraging stratum. *Oikos*, 87, 157-165.
- Weatherhead, P. J., Bennett, G. F. & Shutler, D.** 1991. Sexual selection and parasites in wood-warblers. *Auk*, 108, 147-152.
- Westcott, D.** 1992. Inter- and intra-sexual selection: the role of song in a lek mating system. *Anim. Behav.*, 44, 695-703.
- Zuk, M.** 1991. Parasites and bright birds: new data and a new prediction. In: *Bird – parasite interactions – ecology, evolution and behaviour* (Ed. by E. Loye & M. Zuk.). Oxford Ornithology Series. Oxford University Press, New York.

Tabela 1. Intensidade e prevalência de parasitismo em uma população de tizius silvestres, capturados entre novembro de 2004 e janeiro de 2005, na Fazenda Águas Limpas, Brasília, DF.

Parasitas	Machos				Fêmeas				Prev. (%)* ¹	Int. Média* ²
	# Total	# Pa*	Prev. (%)* ¹	Int. Média* ²	# Total	# Pa*	Prev. (%)* ¹	Int. Média* ²		
Ectoparasitas										
Carrapatos	176	5	3,0	1,4	113	2	2,0	2,0	0.02	1,6
Mallophaga	176	94	53,0	54,3	113	55	49,0	62,6	0.52	57,3
Endoparasitas										
Coccídeos	129	17	13,0	2,8	84	10	12,0	9,5	0.13	5,3
Cestóides	129	4	3,0	1,0	84	1	1,0	6,0	0.02	2,0
Ascarídia	129	1	0.01	0,3	84	1	0.01	0,3	0.01	0,3
Outros	129	5	0.04	0,86	84	2	0.02	3,2	0.03	1,5
Hemoparasitas	154	0	0	0	89	0	0	0	0	0

*PA = parasitados, *¹Prev. (%) = prevalência (%), *²Int. Média = intensidade média.

Tabela 2. Diferenças morfométricas e de plumagem (médias \pm erro padrão) entre tizius machos parasitados versus saudáveis, capturados na Fazenda Água Limpa da UnB, Brasília, entre novembro de 2004 e janeiro de 2005.

Variável	Parasitados (<i>n</i>)	Saudáveis (<i>n</i>)	U	<i>p</i>
Caracteres morfométricos:				
Peso (g)	9,9 \pm 0,09 (100)	9,9 \pm 0,10 (76)	3602,0	0,55
Tarso (mm)	15,9 \pm 0,09 (95)	16,2 \pm 0,13 (69)	3027,5	0,83
Peso/ tarso	0,6 \pm 0,01 (95)	0,6 \pm 0,01 (69)	2879,0	0,18
Asa (mm)	49,3 \pm 0,19 (95)	49,3 \pm 0,33 (69)	3224,0	0,86
Cauda (mm)	47,5 \pm 0,27 (94)	47,1 \pm 0,43 (67)	2991,0	0,54
Narina (mm)	7,2 \pm 0,05 (95)	7,1 \pm 0,06 (69)	2991,5	0,95
Caracteres sexuais secundários:				
Mancha/ asa	0,30 \pm 0,01 (86)	0,30 \pm 0,01 (73)	2870,0	0,35
Plumagem	0,70 \pm 0,03 (76)	0,70 \pm 0,03 (62)	2281,0	0,75

Tabela 3. Diferenças morfométricas (médias \pm erro padrão) entre tizius fêmeas parasitadas versus saudáveis, capturadas na Fazenda Água Limpa da UnB, Brasília, entre novembro de 2004 e janeiro de 2005.

Variável	Parasitados (<i>n</i>)	Saudáveis (<i>n</i>)	<i>U</i>	<i>p</i>
Peso (g)	9,9 \pm 0,12 (61)	9,80 \pm 0,10 (51)	1522,0	0,84
Tarso (mm)	16,1 \pm 0,13 (56)	16,20 \pm 0,21 (42)	1133,5	0,31
Peso/ tarso	0,6 \pm 0,01 (56)	0,60 \pm 0,01 (42)	1159,0	0,90
Asa (mm)	48,0 \pm 0,24 (56)	47,60 \pm 0,30 (42)	1072,5	0,46
Cauda (mm)	46,5 \pm 0,42 (54)	46,20 \pm 0,35 (41)	976,5	0,33
Narina (mm)	7,1 \pm 0,06 (56)	7,00 \pm 0,07 (42)	1130,5	0,74

ANEXOS

Anexo I

Tabela 1 – Valores dos displays e taxas de salto, altura e persistência para cada macho individualmente. Estas médias \pm erro padrão (n) foram calculadas para os experimentos nos diferentes meses em que foram realizados. A numeração dos meses corresponde, respectivamente, a 1 = primeiro mês de cativeiro, 2 = segundo mês de cativeiro, 3 = terceiro mês de cativeiro, 4 = quarto mês de cativeiro e 5 = quinto mês de cativeiro, após o mês zero, onde os machos estavam se adaptando ao cativeiro e não foram submetidos aos experimentos. Os machos com o símbolo NP não são parasitados e aqueles com o símbolo PA são parasitados. O tempo de saltos corresponde ao tempo em que o macho permaneceu saltando durante os experimentos. A taxa de saltos (x/y) corresponde ao número de saltos dividido pelo tempo em que o macho saltou em um dado experimento. A taxa de saltos (x/60) corresponde ao

número de saltos dividido pelo tempo total do experimento (60 minutos). A altura dos saltos corresponde à altura que o macho alcançou durante o salto, medida do ponto de partida do salto ao ponto máximo alcançado.

Macho	Mês	Persistência (min)	#Saltos	Tempo Saltos	Taxa (x/y) (saltos/ min)	Taxa (x/60) (saltos/ min)	Altura Saltos (cm)
10NP	2	1,5 ± 1,54 (4)	0	0	0	0	0
10NP	3	6,5 ± 2,56 (4)	3,5 ± 1,82 (4)	3,0 ± 1,57 (4)	0,8 ± 0,76 (4)	0,058 ± 0,24 (4)	43,13 ± 6,0 (4)
10NP	4	3,25 ± 2,01 (4)	26,5 ± 7,23 (4)	7,75 ± 3,85 (4)	1,13 ± 1,29 (4)	0,442 ± 0,93 (4)	17,29 ± 4,82 (4)
11NP	4	16,25 ± 4,14 (8)	0,25 ± 0,84 (8)	0,25 ± 0,84 (8)	0,125 ± 0,59 (8)	0,0042 ± 0,11 (8)	5,0 ± 3,76 (8)
11NP	5	19,0 ± 3,41 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,0042 ± 0,09 (4)	5,0 ± 3,16 (8)
13NP	1	14,5 ± 2,44 (4)	0	0	0	0	0
13NP	4	5,75 ± 2,35 (4)	3,25 ± 1,99 (4)	2,75 ± 1,84 (4)	0,60 ± 0,83 (4)	0,054 ± 0,26 (4)	11,6 ± 3,67 (4)
13NP	5	13,38 ± 3,95 (8)	3,13 ± 2,22 (8)	2,75 ± 2,07 (8)	0,54 ± 0,76 (8)	0,052 ± 0,29 (8)	12,5 ± 3,86 (8)
14NP	1	8,5 ± 2,82 (4)	1,75 ± 1,21 (4)	2,0 ± 1,28 (4)	0,69 ± 0,69 (4)	0,029 ± 0,14 (4)	34,18 ± 5,25 (4)
14NP	2	35,0 ± 5,05 (2)	17,5 ± 4,68 (2)	13,5 ± 4,03 (2)	1,16 ± 0,48 (2)	0,29 ± 0,60 (2)	43,88 ± 2,34 (2)
14NP	3	11,5 ± 4,66 (4)	1,75 ± 1,54 (4)	1,75 ± 1,54 (4)	0,5 ± 0,76 (4)	0,029 ± 0,20 (4)	14,5 ± 4,09 (4)
14NP	4	19,7 ± 3,6 (6)	29,3 ± 6,77 (6)	6,17 ± 2,85 (6)	2,64 ± 1,56 (6)	0,49 ± 0,87 (6)	21,86 ± 4,21 (6)

Tabela 1 (Continuação)

Macho	Mês	Persistência (min)	#Saltos	Tempo Saltos	Taxa (x/y) (saltos/ min)	Taxa (x/60) (saltos/ min)	Altura Saltos (cm)
45NP	4	46,25 ± 3,91 (12)	0,25 ± 0,79 (12)	0,25 ± 0,79 (12)	0,17 ± 0,62 (12)	0,0042 ± 0,10 (12)	10,0 ± 4,83 (12)
45NP	5	46,88 ± 4,05 (8)	3,25 ± 2,32 (8)	3,0 ± 2,29 (8)	0,44 ± 0,79 (8)	0,0542 ± 0,30 (8)	26,26 ± 6,03 (8)
46NP	4	2,5 ± 2,84 (12)	0,58 ± 1,42 (12)	0,5 ± 1,32 (12)	0,097 ± 0,85 (12)	0,01 ± 0,18 (12)	7,14 ± 4,97 (12)
47NP	4	18,0 ± 4,35 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,003 ± 0,08 (6)	6,7 ± 4,04 (6)
47NP	5	41,36 ± 4,01 (14)	2,93 ± 2,08 (14)	2,71 ± 1,97 (14)	0,52 ± 0,74 (14)	0,05 ± 0,27 (14)	31,6 ± 5,86 (14)
49NP	3	27,75 ± 4,64 (4)	1,25 ± 1,58 (4)	0,5 ± 1 (4)	0,63 ± 1,12 (4)	0,021 ± 0,2 (4)	13,0 ± 5,1 (4)
49NP	4	49,1 ± 4,31 (10)	49,4 ± 10,02 (10)	8,4 ± 3,91 (10)	1,87 ± 1,61 (10)	0,82 ± 1,29 (10)	32,8 ± 5,5 (10)
49NP	5	43,3 ± 4,05 (6)	64,7 ± 7,3 (6)	24,3 ± 4,08 (6)	2,57 ± 0,91 (6)	1,08 ± 0,94 (6)	43,92 ± 3,2 (6)
50NP	3	40,0 ± 4,57 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,004 ± 0,09 (4)	35,0 ± 6,4 (4)
50NP	4	47,5 ± 2,77 (8)	2,88 ± 1,85 (8)	1,75 ± 1,35 (8)	0,95 ± 0,95 (8)	0,048 ± 0,24 (8)	17,4 ± 3,93 (8)
50NP	5	38,1 ± 4,16 (8)	2,38 ± 1,67 (8)	2,0 ± 1,6 (8)	0,65 ± 0,85 (8)	0,040 ± 0,22 (8)	14,2 ± 3,95 (8)
52NP	3	57,5 ± 0,84 (2)	0	0	0	0	0
52 NP	4	44,3 ± 3,54 (10)	0,6 ± 1,26 (10)	0,4 ± 0,98 (10)	0,27 ± 0,76 (10)	0,01 ± 0,16 (10)	11,2 ± 4,87 (10)

Tabela 1 (Continuação)

Macho	Mês	Persistência (min)	#Saltos	Tempo Saltos	Taxa (x/y) (saltos/ min)	Taxa (x/60) (saltos/ min)	Altura Saltos (cm)
52 NP	5	56,13 ± 2,35 (8)	1,13 ± 1,21 (8)	1,0 ± 1,09 (8)	0,54 ± 0,77 (8)	0,02 ± 0,16 (8)	20,63 ± 4,9 (8)
53 NP	4	44,3 ± 4,72 (6)	0	0	0	0	0
53 NP	5	22,6 ± 4,77 (14)	0	0	0	0	0
5 NP	4	1,88 ± 1,16 (8)	0,38 ± 1,03 (8)	0,25 ± 0,84 (8)	0,19 ± 0,73 (8)	0,006 ± 0,13 (8)	3,33 ± 3,07 (8)
5 NP	5	9 ± 3,02 (4)	0	0	0	0	0
61 NP	3	34,0 ± 4,99 (4)	0	0	0	0	0
61 NP	4	41,83 ± 4,58 (12)	35,17 ± 7,84 (12)	9,33 ± 3,64 (12)	1,56 ± 1,33 (12)	0,59 ± 1,01 (12)	34,04 ± 5,48 (12)
61 NP	5	34,0 ± 3,92 (4)	0	0	0	0	0
63 NP	3	36,94 ± 4,67 (18)	2,17 ± 2,83 (18)	1,5 ± 2,28 (18)	0,20 ± 0,68 (18)	0,036 ± 0,37 (18)	10,1 ± 4,81 (18)
63NP	4	48,5 ± 4,03 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	0,008 ± 0,11 (2)	10,0 ± 3,76 (2)
67NP	3	19,8 ± 4,72 (12)	7,83 ± 4,14 (12)	3,92 ± 2,73 (12)	0,65 ± 0,94 (12)	0,13 ± 0,53 (12)	21,8 ± 5,36 (12)
67NP	4	24,3 ± 4,45 (8)	13,5 ± 3,24 (8)	5,25 ± 2,03 (8)	2,59 ± 1,18 (8)	0,23 ± 0,42 (8)	27,31 ± 3,55 (8)
67NP	5	7,5 ± 2,79 (2)	1,0 ± 1,19 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	1,0 ± 1,19 (2)	0,02 ± 0,15 (2)	20,0 ± 5,32 (2)

Tabela 1 (Continuação)

Macho	Mês	Persistência (min)	#Saltos	Tempo Saltos	Taxa (x/y) (saltos/ min)	Taxa (x/60) (saltos/ min)	Altura Saltos (cm)
6NP	1	3,0 ± 1,19 (2)	2,0 ± 1,68 (2)	2,0 ± 1,68 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	0,03 ± 0,22 (2)	25,0 ± 5,95 (2)
6NP	2	40,5 ± 2,65 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,004 ± 0,09 (4)	5,0 ± 3,16 (4)
6NP	3	51,5 ± 1,95 (4)	12,25 ± 4,82 (4)	5,0 ± 3,06 (4)	1,12 ± 1,42 (4)	0,20 ± 0,62 (4)	22,8 ± 5,16 (4)
6NP	4	46,3 ± 2,79 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,004 ± 0,09 (4)	10,0 ± 4,47 (4)
71NP	3	52,5 ± 2,81 (12)	20,5 ± 6,12 (12)	8,25 ± 3,19 (12)	1,35 ± 1,12 (12)	0,34 ± 0,79 (12)	31,4 ± 5,33 (12)
71NP	4	54,8 ± 1,89 (8)	4,5 ± 2,64 (8)	3,0 ± 2,01 (8)	0,67 ± 0,87 (8)	0,08 ± 0,34 (8)	18,7 ± 4,48 (8)
71NP	5	56,5 ± 2,22 (2)	1,5 ± 0,84 (2)	1,5 ± 0,84 (2)	1,0 ± 0 (2)	0,03 ± 0,11 (2)	35,0 ± 2,66 (2)
7NP	3	10,13 ± 3,47 (8)	0	0	0	0	0
7NP	4	13,5 ± 3,41 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,004 ± 0,09 (4)	5,0 ± 3,16 (4)
8NP	1	3,5 ± 1,46 (2)	2,5 ± 1,88 (2)	2,5 ± 1,88 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	0,04 ± 0,24 (2)	12,0 ± 4,12 (2)
8NP	3	34,17 ± 4,54 (6)	28,67 ± 6,80 (6)	7,3 ± 3,14 (6)	1,73 ± 1,44 (6)	0,48 ± 0,88 (6)	13,29 ± 3,83 (6)
8NP	4	25,75 ± 3,99 (8)	34,5 ± 7,37 (8)	9,88 ± 3,70 (8)	1,89 ± 1,41 (8)	0,58 ± 0,95 (8)	18,06 ± 4,06 (8)
9NP	2	3,5 ± 0,71 (2)	0	0	0	0	0

Tabela 1 (Continuação)

Macho	Mês	Persistência (min)	#Saltos	Tempo Saltos	Taxa (x/y) (saltos/ min)	Taxa (x/60) (saltos/ min)	Altura Saltos (cm)
15PA	2	16,75 ± 4,56 (4)	8,75 ± 4,02 (4)	8,0 ± 3,92 (4)	0,77 ± 0,98 (4)	0,15 ± 0,52 (4)	10,8 ± 3,55 (4)
15PA	3	13,5 ± 5,20 (4)	54,25 ± 10,42 (4)	12,5 ± 5 (4)	1,09 ± 1,47 (4)	0,90 ± 1,34 (4)	13,14 ± 5,13 (4)
15PA	4	18,75 ± 4,71 (4)	128,0 ± 14,54 (4)	16,25 ± 4,78 (4)	4,46 ± 1,91 (4)	2,13 ± 1,88 (4)	42,98 ± 5,36 (4)
17PA	1	3,0 ± 1,47 (4)	0	0	0	0	0
17PA	3	2,13 ± 2,0 (8)	1,13 ± 1,49 (8)	0,88 ± 1,28 (8)	0,31 ± 0,77 (8)	0,02 ± 0,19 (8)	7,5 ± 3,7 (8)
17PA	4	6,5 ± 2,67 (4)	10,0 ± 3,89 (4)	3,0 ± 1,96 (4)	1,5 ± 1,38 (4)	0,17 ± 0,5 (4)	17,35 ± 4,52 (4)
19PA	1	18,5 ± 2,79 (2)	9,5 ± 0,84 (2)	8,0 ± 0 (2)	1,19 ± 0,30 (2)	0,16 ± 0,11 (2)	45,73 ± 5,86 (2)
19PA	4	7,25 ± 2,52 (4)	11,5 ± 3,61 (4)	7,25 ± 2,52 (4)	1,08 ± 0,91 (4)	0,19 ± 0,47 (4)	31,17 ± 4,72 (4)
19PA	5	30,75 ± 4,75 (8)	64,5 ± 8,69 (8)	14,75 ± 3,83 (8)	2,96 ± 1,5 (8)	1,08 ± 1,12 (8)	44,4 ± 4,85 (8)
20PA	3	9,17 ± 3,71 (6)	4,0 ± 3,13 (6)	3,67 ± 3,00 (6)	0,18 ± 0,67 (6)	0,07 ± 0,4 (6)	6,4 ± 3,96 (6)
20PA	4	10,0 ± 2,91 (6)	9,5 ± 4,77 (6)	2,83 ± 2,54 (6)	0,75 ± 1,19 (6)	0,16 ± 0,62 (6)	12,8 ± 4,79 (6)
21PA	1	6,25 ± 2,48 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,004 ± 0,09 (4)	15,0 ± 5,48 (4)
21PA	2	0,5 ± 0,84 (2)	0	0	0	0	0

Tabela 1 (Continuação)

Macho	Mês	Persistência (min)	#Saltos	Tempo Saltos	Taxa (x/y) (saltos/ min)	Taxa (x/60) (saltos/ min)	Altura Saltos (cm)
21PA	3	0,5 ± 1,22 (4)	0,75 ± 1 (4)	0,5 ± 0,87 (4)	0,38 ± 0,16 (4)	0,013 ± 6,58 (4)	21,7 ± 0 (4)
21PA	4	17,17 ± 4,03 (6)	19,3 ± 5,86 (6)	8,0 ± 3,29 (6)	1,16 ± 1,08 (6)	0,32 ± 0,76 (6)	26,7 ± 5,02 (6)
23PA	4	29,5 ± 3,59 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,002 ± 0,08 (8)	2,5 ± 2,66 (8)
23PA	5	13,5 ± 2,33 (4)	0	0	0	0	0
24PA	2	30,0 ± 1,19 (2)	4,0 ± 1,68 (2)	3,5 ± 1,46 (2)	1,1 ± 0,38 (2)	0,07 ± 0,22 (2)	30,77 ± 3,61 (2)
24PA	4	21,0 ± 4,81 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,002 ± 0,08 (8)	2,5 ± 2,66 (8)
24PA	5	54,0 ± 3,46 (4)	0	0	0	0	0
55PA	3	20,5 ± 4,03 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	0,5 ± 0,84 (2)	0,008 ± 0,11 (2)	50,0 ± 8,4 (2)
55PA	4	47,8 ± 3,01 (10)	0,1 ± 0,56 (10)	0,1 ± 0,56 (10)	0,1 ± 0,56 (10)	0,002 ± 0,07 (10)	2,0 ± 2,51 (10)
55PA	5	56,75 ± 1,79 (8)	0,38 ± 0,72 (8)	0,38 ± 0,72 (8)	0,38 ± 0,72 (8)	0,006 ± 0,09 (8)	10,0 ± 3,89 (8)
56PA	3	0,75 ± 1,13 (12)	0,17 ± 0,62 (12)	0,17 ± 0,62 (12)	0,17 ± 0,62 (12)	0,003 ± 0,08 (12)	8,3 ± 4,46 (12)
56PA	4	10,4 ± 4,59 (8)	0	0	0	0	0
56PA	5	15,0 ± 4,12 (2)	0	0	0	0	0

Tabela 1 (Continuação)

Macho	Mês	Persistência (min)	#Saltos	Tempo Saltos	Taxa (x/y) (saltos/ min)	Taxa (x/60) (saltos/ min)	Altura Saltos (cm)
64PA	3	7,5 ± 3,87 (4)	1,5 ± 1,73 (4)	1,3 ± 1,58 (4)	0,3 ± 0,77 (4)	0,03 ± 0,22 (4)	5,0 ± 3,16 (4)
64PA	4	18,5 ± 3,39 (10)	0,1 ± 0,56 (10)	0,1 ± 0,56 (10)	0,1 ± 0,56 (10)	0,002 ± 0,07 (10)	2,0 ± 2,5 (10)
64PA	5	26,8 ± 4,24 (6)	0	0	0	0	0
65PA	4	53,67 ± 2,74 (6)	0,5 ± 0,91 (6)	0,33 ± 0,72 (6)	0,5 ± 0,91 (6)	0,008 ± 0,12 (6)	13,3 ± 4,5 (6)
65PA	5	55,1 ± 2,38 (14)	4,93 ± 2,48 (14)	3,79 ± 2,21 (14)	0,86 ± 0,91 (14)	0,08 ± 0,32 (14)	24,85 ± 4,55 (14)
66PA	3	18,75 ± 3,82 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,004 ± 0,09 (4)	5,0 ± 3,16 (4)
66PA	4	47,67 ± 3,61 (12)	5,25 ± 3,31 (12)	3,58 ± 2,56 (12)	0,86 ± 0,84 (12)	0,09 ± 0,43 (12)	40,7 ± 5,8 (12)
66PA	5	28,67 ± 4,77 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,003 ± 0,08 (6)	16,67 ± 6,39 (6)
72PA	4	40,8 ± 4,98 (12)	0,33 ± 1,07 (12)	0,25 ± 0,93 (12)	0,11 ± 0,62 (12)	0,006 ± 0,14 (12)	4,58 ± 3,99 (12)
72PA	5	42,6 ± 4,45 (8)	0	0	0	0	0
73PA	4	34,5 ± 4,32 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,17 ± 0,64 (6)	0,003 ± 0,08 (6)	6,7 ± 4,04 (6)
73PA	5	30,5 ± 4,84 (14)	0,43 ± 0,8 (14)	0,43 ± 0,8 (14)	0,36 ± 0,71 (14)	0,007 ± 0,10 (14)	15,0 ± 4,74 (14)
74PA	3	34,58 ± 4,45 (12)	0,92 ± 1,78 (12)	0,67 ± 1,52 (12)	0,11 ± 0,63 (12)	0,02 ± 0,23 (12)	4,39 ± 3,9 (12)

Tabela 1 (Continuação)

Macho	Mês	Persistência (min)	#Saltos	Tempo Saltos	Taxa (x/y) (saltos/ min)	Taxa (x/60) (saltos/ min)	Altura Saltos (cm)
74PA	4	43,75 ± 3,79 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,13 ± 0,59 (8)	0,002 ± 0,08 (8)	5,0 ± 3,76 (8)
74PA	5	49,0 ± 1,68 (2)	0	0	0	0	0
75PA	3	26,75 ± 4,31 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,25 ± 0,71 (4)	0,004 ± 0,09 (4)	5,0 ± 3,16 (4)
75PA	4	35,0 ± 5,01 (8)	5,25 ± 2,84 (8)	3,88 ± 2,46 (8)	0,82 ± 0,83 (8)	0,09 ± 0,37 (8)	25,5 ± 5,0 (8)
75PA	5	38,0 ± 3,88 (8)	13,5 ± 5,23 (8)	6,63 ± 3,45 (8)	1,0 ± 0,95 (8)	0,23 ± 0,68 (8)	29,42 ± 5,15 (8)
76PA	3	24,7 ± 4,84 (18)	0,44 ± 0,92 (18)	0,39 ± 0,84 (18)	0,31 ± 0,72 (18)	0,007 ± 0,12 (18)	9,3 ± 4,23 (18)
76PA	4	1,0 ± 1,19 (2)	0	0	0	0	0
77PA	4	9,8 ± 4,17 (12)	3,25 ± 2,99 (12)	1,42 ± 1,88 (12)	0,44 ± 0,93 (12)	0,05 ± 0,39 (12)	10,16 ± 4,84 (12)

Anexo 2

Tabela 2 - Espécies de plantas encontradas nos pontos avaliados para a seleção de habitat dos ninhos de *Volatinia jacarina*. As plantas utilizadas como apoio para a sustentação do substrato do ninho estão assinaladas com o símbolo (S). As gramíneas utilizadas nos ninhos estão assinaladas com o símbolo (N).

Uso	Família e Espécie
DICOTILEDÔNEAS	
Família Acanthaceae	
	<i>Justicia pycnophylla</i> Lindau 1894
Família Anacardiaceae	
	<i>Anacardium humile</i> A. St. – Hill 1831 (Caju)
	<i>Lithraea</i> sp. Endl. 1840
Família Annonaceae	
S	<i>Duguetia furfuracea</i> (A. St. – Hil.) Saff 1914
Família Apocynaceae	
S	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. 1824
	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson 1938
Família Aquifoliaceae	
S	<i>Ilex</i> sp. L. 1753 LT Britton & Brown 1913
Família Asteraceae	

Tabela 2 (continuação)

Uso	Família e Espécie
S	<i>Baccharis</i> sp. L. 1753 CT Hellwig 1989
S	<i>Pterocaulon</i> sp. Elliott 1823
	<i>Trichogonia</i> sp. Gardner 1846
S	<i>Vernonia aurea</i> Mart.ex Dc. 1836
S	<i>Vernonia rubriramea</i> Mart. ex DC. 1836
Família Bignoniaceae	
	<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld ex de Souza 1945 (Catuaba)
	<i>Arrabidaea brachypoda</i> (DC.) Bureau 1893
	<i>Jacaranda ulei</i> Bureau & K. Schum. 1897
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Kooh. f. ex S. Moore 1895 (Ipê-amarelo)
	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl. 1936
	<i>Zeyheria digitalis</i> (Vell.) L. B. Sm. & Sandwith 1953
Família Caryocaraceae	
	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. 1828 (Pequi-do-cerrado)
Família Clusiaceae	
	<i>Calophyllum</i> sp. L. 1753
	<i>Kielmeyera</i> sp. Mart. & Zucc. 1825
Família Conmaraceae	
S	<i>Connarus suberosus</i> Planch. 1850 (Bico-de-papagaio)
Família Dilleniaceae	
S	<i>Doliocarpus hispidus</i> Standl. & L. O. Williams 1961

Tabela 2 (continuação)

Uso	Família e Espécie
Família Erythroxilaceae	
	<i>Erythroxylum campestre</i> A. St. – Hil. 1829
	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St. – Hill 1828
	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart. 1840
Família Euphorbiaceae	
	<i>Croton goyazensis</i> Müll. Arg. 1865
	<i>Manihot stipularis</i> Pax. 1910
	<i>Sebastiania myrtilloides</i> (Mart.) Pax 1912
Família Fabaceae	
	<i>Acosmium dasycarpum</i> Vog.O Yak. 1969
	<i>Andira humilis</i> Martius ex. Bentham 1837
S	<i>Andira vermifuga</i> (Martius) ex Bentham 1837
S	<i>Bauhinia</i> sp. 1 L. 1753
	<i>Bauchinia</i> sp. 2 L. 1753
	<i>Bauhinia pulchella</i> Benth. 1870
S	<i>Calliandra dysantha</i> Benth. 1840
	<i>Centrosema rotundifolium</i> Mart. ex Benth. 1837
	<i>Chamaecrista neesiana</i> (Mart. ex Benth.) H. S. Iriwin & Barneley 1892
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. 1860
	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. 1840
	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw. 1789

Tabela 2 (continuação)

Uso	Família e Espécie
Família Flacourtiaceae	
S	<i>Casearia sylvestris</i> Sw. 1798 (Apiá)
Família Leguminosae	
	<i>Aeschynomene</i> sp. L. 1753
	Leguminosae sp. 1
	<i>Mimosa pteridifolia</i> Benth. 1841
S	<i>Senna rugosa</i> (G. Don) H. S. Irwin & Barneley 1982
Família Lythraceae	
	<i>Cuphea spermacoce</i> A. St. – Hil. 1833
Família Malpigiaceae	
	<i>Banisteriopsis campestris</i> . (A. Juss.) Little 1959
Família Malvaceae	
	<i>Sida</i> sp. L. 1753
Família Myrtaceae	
S	<i>Campomanesia pubescens</i> (DC.) Berg. 1854 (Gabirola)
S	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg. 1857
	<i>Eugenia angustissima</i> O. Berg. 1859
	<i>Eugenia bracteata</i> Rich. 1792
	<i>Eugenia dysenterica</i> DC. 1828 (Cagaita)
	<i>Hyptis caudata</i> Epling & Jativa
	<i>Hyptis tenuifolia</i> Epling. 1936

Tabela 2 (continuação)

Uso	Família e Espécie
	<i>Myrcia hiemalis</i> Camb. 1832
	<i>Psidium acutangulum</i> DC. 1828
	<i>Psidium australe</i> Cambess 1832
	<i>Psidium firmum</i> Berg. 1857
	<i>Psidium pubifolium</i> Bunet. 1941
	Família Ochnaceae
	<i>Ouratea floribunda</i> (St. Hil.) Engl. Engl. 1876
	<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St. – Hil.) Baill. 1873
	<i>Sauvagesia</i> sp. L. 1753
	Família Rubiaceae
S	<i>Palicourea rigida</i> Kunth 1819
	Família Rutaceae
S	<i>Citrus</i> sp. L. 1753 (Limão)
	Família Sapataceae
	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk 1882
	<i>Pradosia</i> sp. Liais 1872
	Família Solanaceae
	<i>Schwenkia americana</i> L. 1764
	Família Verbenaceae
S	<i>Aegiphila lanata</i> Moldenke 1933
	<i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham. 1832

Tabela 2 (continuação)

Uso	Família e Espécie
	<i>Lantana</i> sp. L. 1735
	<i>Lantana</i> sp. 2 L. 1735
	Família Volchisiaceae
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart. 1824
	MONOCOTILEDÔNEAS
	Família Arecaceae
	<i>Syagrus petraea</i> (Mart.) Becc. 1916
	Família Cyperaceae
	<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale 1944
	Família Poaceae
	<i>Echinoalaena inflexa</i> (Poir) Chase 1911
N	<i>Eragrostis</i> sp. Wolf 1776
N	<i>Eragrostis polytricha semimuda</i> Nees 1829
	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf 1919
S	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv. 1812
N	<i>Panicum maximum</i> Jacq. 1776
N	<i>Paspalum</i> sp. L. 1759 (Orelha de coelho)
	<i>Paspalum eucomum</i> Nees ex Trin. 1828
N	<i>Paspalum gardnerianum</i> Nees 1850
	<i>Paspalum limbatum</i> Henrard 1941
S	<i>Paspalum pectinatum</i> Nees ex Trin 1828

Tabela 2 (continuação)

Uso	Família e Espécie
	<i>Paspalum stellatum</i> Humb. & Bompl. Ex Fliiggé 1810
	<i>Pennisetum setosum</i> (Sw.) Rich. 1788
	<i>Schizachyrium microstachyum</i> subp. <i>elongatum</i> (Desv. Ex Ham.) Roseng., B. R. Arrill. & Izag. 1968
N	<i>Trachypogon</i> sp. Nees 1829
S	<i>Urochloa decumbens</i> (Starpf) R. D. Webster 1987
Família Smilacaceae	
	<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng. 1825
	<i>Smilax goyazana</i> A. DC. 1878

Anexo 3

Artigo submetido ao Journal of Field Ecology como pré-requisito para a defesa da tese de doutorado, no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília.

LRH: T. M. Aguilar et al.

RRH: Lack of parasitic effects on Blue-black Grassquits

Send proofs to:

Regina H. Macedo
Departamento de Zoologia – IB
Universidade de Brasília
70910-900 Brasília, D.F.
Brazil

LACK OF PARASITIC EFFECTS UPON MORPHOLOGICAL AND
ORNAMENTAL TRAITS OF THE BLUE-BLACK GRASSQUIT
(VOLATINIA JACARINA) UNDER NATURAL CONDITIONS

Thaís M. Aguilar^{1,4}, Rafael Maia,² and Regina H. Macedo^{2,3}

¹Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade de Brasília,
Brasília, D.F. 70910-900 Brazil

²Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília, D.F.
70910-900 Brazil

³ Corresponding author. Email: rhfmacedo@unb.br

⁴ Current address: R. Paulo Piedade Campos, 143, Bl. 1, Apto. 302, Bairro Buritis, Belo Horizonte, MG
30455-250 Brazil.

ABSTRACT. Sexual selection theory suggests that parasites may adversely affect secondary sexual characters and body condition of their hosts, and consequently reduce mating success. Some studies have verified that males with lower levels of parasites are favored by females, suggesting that parasite load may be a good indicator of male quality. The objective of this study was to evaluate the levels of parasitism and their possible association with morphometric and plumage characteristics in a wild population of Blue-black Grassquits (Volatinia jacarina) in Brazil. We captured 293 birds and collected data on ectoparasites, endoparasites (blood and faeces), and morphometry (body mass and length of wing, tail, tarsus, bill). Plumage characteristics of the males included the percent coverage of nuptial black feathers and the size of the white underwing patches that are exhibited during behavioral displays. We did not find any significant associations between levels of parasitism and morphometric or plumage characters. This contrasts with a parallel study of grassquits in captivity where parasite-infected males exhibited a significant decline in body condition through time. These results suggest that a rigorous evaluation on the impact of parasitism in wild populations may be compromised by a lack of information on the persistence of parasites in individual hosts.

RESUMO. (SPANISH)

Key words: Blue-black Grassquit, parasitism, sexual selection, Volatinia jacarina

Parasitism may be defined as an intimate relation between two species wherein there are unilateral benefits, such that the host is exploited by supplying food and shelter to the parasite (Price 1980; Neves et al. 1995; Friend and Franson 1999). The number of parasite species is enormous: approximately 60% of insect species, for instance, are parasitic (Price 1980). Parasitic diseases may affect wild avian populations, causing premature death and reducing reproductive performance of affected individuals. Specifically, parasite-mediated diseases have considerable impact amongst juveniles in a population (Cooper 1989). It is also possible that parasites may decrease their hosts' reproductive success by reducing their attractiveness, and therefore their probability of being chosen as mates (Hamilton and Zuk 1982). According to this hypothesis, parasites represent selective agents, resulting in the production of hosts with more resilient genotypes. Females could benefit from choosing parasite-resistant males by producing broods with this heritable resistance, or indirectly, by lowering their probability of infection or that of their brood through avoidance of infected males. The hypothesis suggests that choice should occur through the evaluation of male phenotypic characteristics indicative of good health and that would also be typical of parasite-resistant males, such as exuberant plumage, displays or other characteristics. Thus, it is suggested that parasitism may have an influence over sexual selection, that is, the process of selection for traits related exclusively to the enhancement of mating success (Darwin 1857). There are three contexts in which this hypothesis has to be evaluated. First, whether males infected with high loads of parasites do indeed exhibit decreased expression of secondary sexual characteristics, or other phenotypic health-related traits. Second, whether females either recognize or choose males by evaluating these characteristics. And finally, whether females actually benefit, directly or indirectly, by mating with parasite-free males.

In the tropics, research on parasite-host systems are scarce (Poulin 1995). In Brazil, the few studies on wild avian ectoparasites focus only some aspects of parasite-host relations (e.g. systematics of feather mites: Roda and Farias 1999); occurrence and abundance of ectoparasites: Oniki and Willis 1993; Marini et al. 1996; Marini and Couto 1997; Rojas et al. 1999; Kanegae 2003). However, none of these studies have investigated the direct influence of ectoparasites upon reproductive success (but see Costa and Macedo 2005).

Despite the growing number of studies on the effects of parasites such as mites and lice upon birds, results show a surprising degree of conflict, and evidence of damage to the hosts' health or fitness are frequently ambiguous (Proctor and Owens 2000). Also, many of these studies do not supply direct evidence for the influence of parasites upon sexual selection, or if females, by choosing specific male characteristics, may be doing so because these are indicators of a low parasite load (Møller et al. 1999), as predicted by the Hamilton-Zuk hypothesis.

This study contributes toward the investigation of parasite-mediated sexual selection using the Blue-black Grassquit (*Volatinia jacarina*) as a model species. The male of this very common emberizid has a glossy, blue-black nuptial plumage, with white underwing patches that are exhibited during displays. Females and juveniles are brownish with white, streaked breasts. They live in open vegetation and disturbed areas, often close to or within urban areas (Sick 1997). Reproduction occurs from November to April in central Brazil, after which they disappear from the area. The birds return only in November, when they begin territorial marking, which is based upon singing and the execution of behavioral displays (Antas and Cavalcanti 1998; Almeida and Macedo 2001). These displays consist of vertical leaps, aided by wing flapping, where the white underwing patches can be seen.

These leaps are usually accompanied by the vocalization (Alderton 1963). A recent study indicates that the Blue-black Grassquit populations in Central Brazil have a high rate of extra-pair fertilization, averaging 50% of the offspring cared for by each male (Carvalho 2002).

The objective of this study was to evaluate the impact of parasites on morphological characteristics of both males and females, and also on male traits that may be important in sexual selection in a wild population of Blue-black Grassquits. Reproductive traits such as the ones found in Blue-black Grassquits, which include the distinct sexual dimorphism in plumage during the reproductive season, costly displays by males, and high rates of extra-pair fertilization, usually indicate strong sexual selection. (Zuk et al. 1992; Møller and Birkhead 1994; Hill et al. 1999; Torres and Velando 2003; Kraaijeveld et al. 2004; Griggio et al. 2005). The species is thus ideal to assess parasite-mediated sexual selection. Two hypotheses were tested: (1) parasitized males and females exhibit inferior morphological conditions when compared to non-parasitized individuals; and (2) parasitized males exhibit less exuberant secondary sexual characters than non-parasitized males.

METHODS

Field data was collected in Fazenda Água Limpa, a property of the University of Brasilia, located in Brasília – DF, Brazil (16° 56' S, 47° 55' W). The area is composed by *sensu strictu* cerrado (neotropical savanna) and crops. The climate in the area is tropical and seasonal, with a dry winter (May to September) and annual mean temperatures between 22 °C and 23°C, which may reach over 40°C during some months. Annual mean rainfall varies between 1200 and 1800mm (Coutinho 2000). The rainy season (November to April)

corresponds to the Blue-black Grassquit's reproductive period (Almeida and Macedo 2001).

We mist-netted birds between November 2004 and January 2005, banded them with metal bands supplied by CEMAVE (Brazilian Bird Banding Center) and plastic colored bands for individual identification. The birds were weighed and measured (wing, tail, tarsus and bill lengths). Males had two plumage characteristics evaluated. First, two researchers independently estimated the percentage of black nuptial plumage coverage over the bird's entire body; these estimates were averaged. Secondly, the size of the white underwing patches, relative to the total wing areas, was measured. The white underwing patch size was obtained by gently flattening the underside of the wing against a transparent sheet, and then outlining both the wing and the patch (Costa and Macedo 2005). These drawings were then scanned and digitalized using Autocad 14.0 software (Autodesk 1997), and the areas of wing and underwing patch calculated.

We evaluated parasite load of the birds by sampling both ecto- and endoparasites. Lice presence was determined through inspection of wing and tail feathers against a backlight, and counting was accomplished with the aid of a small magnifying glass. Lice and ticks were collected with pincers and conserved in 70% alcohol (Kanegae 2003). Endoparasites were evaluated by collecting faecal and blood samples. Fresh faeces ($N = 213$ birds) was collected and transferred to eppendorfs with water. Samples were homogenized and allowed to settle, then refrigerated (Sloss et al. 1999). The sediment method was chosen because commonly-used flotation tests do not allow the visualization of some trematoid and cestoid eggs (Sloss et al. 1999). We added an aliquot of the sample to a glass slide, stained it with lugol, and covered it with a slide coverslip. Using an optic microscope for visualization, the coverslip area was visually scanned and the number of

cysts and eggs were counted. This procedure was conducted three times for each sample, and the absolute number of oocysts for each individual was determined by averaging these values (defined here as degree of parasitism).

For hemoparasite evaluation, we collected a drop of blood from the birds' medial metatarsal vein ($N = 243$) with a sterilized lancet and smeared it on a glass slide, fixed it with methanol and later stained it with GIEMSA (Sloss et al. 1999). For each glass slide, 100 fields (approximately 10,000 erythrocytes) were selected. This selection was based on visual quality, thus fields that were not well stained or that contained preparation artifacts were disregarded. Field visualization was conducted using optical microscope immersion lens (1000X magnified). Parasites were counted and identified.

Birds were considered parasitized when at least one individual of any parasite was found. Healthy birds were those where no parasites were found. Parasitism prevalence (expressed in %) was obtained by dividing the number of infected birds with a particular parasite species by the total number of examined birds (Margolis et al. 1982). Parasitism intensity, on the other hand, refers to the number of parasites of one type found per individual, while the mean intensity is the total number of parasites of a given species, divided by the total number of individuals infected by that parasite (Margolis et al. 1982).

We used the Mann-Whitney U -test to compare morphometric parameters and male secondary sexual traits between healthy and parasitized individuals. Means are reported with standard errors. Statistical analyses were conducted using Statistica 6.0 (StatSoft 2001) software.

RESULTS

A total of 293 Blue-black Grassquits were captured. Four of these were juveniles and were not included in the analyses. Of the remaining 289 adults, 113 were females and 176 were males. The ectoparasites found were ticks (Acarina, Ixodidae) and chewing lice (Arthropoda, Mallophaga). Hemoparasites were not found in any of the analyzed samples. Endoparasites found were coccidian oocysts, and ascarid and cestoid eggs.

Although a high number of individuals with at least one endoparasite was found, the prevalence and intensity of this type of parasitism were low (Table 1). The prevalence of endoparasites for males and females ranged from 0.04 to 13.00, and from 0.01 to 12.00, respectively. Coccidian oocysts had the highest prevalence for both males and females, in comparison with cestoid and ascarid eggs. The mean intensity of endoparasites was also generally low, but with regards to coccidian oocysts, was higher in females than in males. The prevalence of ectoparasites, especially lice, was considerably higher than that of endoparasites: 53% of males and 49.0% of females exhibited some level of infection. There was no sex bias found for these parameters.

No statistically significant differences were found between parasitized and healthy males relative to either morphometric or plumage characteristics (coverage of nuptial plumage, relative size of white patch), which are considered secondary sexual traits (Table 2). Similarly to males, parasitized and healthy females did not vary in relation to morphological aspects (Table 3).

DISCUSSION

Our results are inconsistent with the notion that ecto- and endoparasites may have a negative impact upon morphometry as well as upon secondary sexual traits in birds. The

evaluated traits, including the ones here considered as secondary sexual characteristics (relative white patch size and black plumage coverage), did not differ between parasitized and healthy individuals. Several studies have also failed to identify any negative effects of parasites on ornaments involved in sexual selection (Read and Harvey 1989; Kirkpatrick et al. 1991; Weatherhead et al. 1991; Walther et al. 1999). However, many other studies have verified a negative impact of parasites on ornaments (reviewed in Loye and Zuk 1991), including a recent study with these same birds in the same general area (Costa and Macedo 2005).

The overall mean prevalence of chewing lice found in our study (52.0%) was higher than that found by Robles (1998: 12.5%) and Costa (2002: 34.7%) for the Blue-black Grassquit, as well as for what was found for nine emberezid species in Pernambuco, Brazil (Neves et al. 2000: 31.9%). The mean intensity of lice found in the present study (57.3) was considerably higher than the mean intensity in Costa's (2002) study (3.12). The different methodologies used in Costa's (2002) study (chloroform jar) versus the visual examination in our study may account for this disparity. For an analysis of biting lice, visual counting may be more effective. Another factor that may explain these differences may simply be that populations in different study areas will exhibit diverse levels of parasite infestation.

Although a large part of the population had ectoparasitic infections, the absence of a deleterious effect is probably due to their low virulence. Generally, parasites that have co-evolved with their hosts should be fairly benign and would not be expected to act as a sexually selective force. Chewing lice feed on dead skin and fragments of feathers and other organic materials from the skin, and are not blood feeders (Sloss et al. 1999). They spend their whole lives on a single host, so that the death of this host also leads to their own death (Hopkins 1942), therefore the damage to the host should not be severe. Costa (2002)

found a relatively high ectoparasite prevalence for Blue-black Grassquits, but due to low intensities, did not consider the infestation serious enough to result in a negative effect upon the birds.

The negative consequences of infection by coccidians in this species, on the other hand, were verified in a recent field study conducted by Costa and Macedo (2005). In that study, coccidian intensity was high, and results showed that at higher intensities these endoparasites were associated with less exuberant plumage, lower leap (display) frequency, inferior body mass and a reduced size index. Coccidians are amongst the most harmful avian endoparasites. These protozoans usually inhabit and damage the intestinal tract of birds, interrupting nutrient absorption (Hadley 1916; Friend and Franson 1999).

In our study we found that the prevalence and intensity of coccidians were surprisingly lower than what was found by Costa and Macedo (2005), as well as what was observed in a parallel study with captive birds (Aguilar and Macedo, unpubl. date). A possible explanation is that in these other studies, faecal sampling was conducted after 15:00 h, which is the period when hosts eliminate the greatest number of coccidian oocysts (Brawner and Hill 1999). However, in the present study under natural conditions, sampling occurred in the early morning (starting at 06:00 h). Brawner and Hill (1999) did not find any oocysts in faecal samples collected before 10:00 h. Although in small numbers, we did find oocysts despite our early morning collection procedures, and this may be due to the methodology used to analyze faecal samples. We opted for the sedimentation method instead of the more common flotation test, since the latter is known to produce more modifications to egg and parasite structure (Sloss et al. 1999).

It is possible, however, that the low intensity found in the present study is not a product of the methodology applied, but actually reflects a true measure of low infection.

The difference found in intensity between the present study and Costa and Macedo (2005) may have occurred because, in the latter study, birds were captured in an urban area, with a high level of habitat fragmentation. Possibly, the Blue-black Grassquit population in that area occurs at higher densities than in the area of the present study, which would facilitate the dissemination of endoparasites through the population. Habitat reduction resulting in higher densities in wild avian populations may lead to seriously elevated levels of coccidian infestation (Friend and Franson 1999).

Whether or not the low intensity of coccidian oocysts found was due to the sampling method, the fact is that no morphometric differences were found between healthy and parasitized birds of both sexes, or in ornaments of males. Therefore, the low intensity and low prevalence of coccidians and other endoparasites we registered may truly reflect the actual condition of the population, and explain the absence of differences between parasitized and healthy birds. However, experiments held under controlled conditions with Blue-black Grassquits captured in the same area have shown divergent results, with a negative impact of parasites upon secondary sexual traits, display elements and body condition (Aguilar & Macedo, unpubl. date.). These negative outcomes only appeared as the study progressed, however, suggesting that parasites may only exhibit a negative effect over a protracted period of infection. Birds in the wild may experience cyclic infections that vary in intensity over time, so that an individual that is sampled and exhibits a high level of infection may not yet show any negative consequences. And if the individual is neither very young nor very old, nor otherwise debilitated, it may rapidly recuperate, given good environmental conditions. Thus, in studies that intend to evaluate parasitism in wild bird populations, it may be important to monitor individuals through longer periods of time to

correctly assess the effects of parasite load, their virulence, and their true role in driving sexual selection.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank CAPES for the scholarship to T.M. Aguilar and CNPq for the fellowship to R.H. Macedo. We would also like to thank the Zoology Department and the Animal Biology Graduate Program of the University of Brasília for logistic support, and Ailton Oliveira, Luiz Vitali, Eduardo Santos, Raphael Dias and Thais Helena for help in the field and laboratory.

LITERATURE CITED

- Alderton, C. C. 1963. The breeding behavior of the Blue-black Grassquit. *Condor* 65:154-162.
- Almeida, J. B., and R. H. Macedo. 2001. Lek-like mating system of the monogamous Blue-black Grassquit. *Auk* 118:404-411.
- Antas, P. T. Z., and R. B. Cavalcanti. 1998. *Aves comuns do Planalto Central*. Editora Universidade de Brasília, Brasília.
- Autodesk. 1997. *Autocad Release 14.0*. Acis@Copyright (1994, 1997) Spatial Technology, Inc., Three – Space Ltd. and Applied Geometry Corp.
- Brawner, W. R., and G. E. Hill. 1999. Temporal variation in shedding of coccidial oocysts: implications for sexual-selection studies. *Canadian Journal of Zoology* 77:347-350.
- Carvalho, C. B. V. 2002. *Biologia reprodutiva e ecologia comportamental de Volatinia jacarina (Aves: Emberezidae) em uma área de cerrado: um estudo utilizando*

- marcadores moleculares microsátélites. Ph.D. dissertation. Universidade de Brasília, Brasília.
- Cooper, J. E. 1989. The role of pathogens in threatened populations: an historical review. In: Disease and threatened birds - International Council for Bird Preservation Technical Publication (nº. 10) (J. E. Cooper, ed.), pp. 51-61. British Library Cataloguing in Publication Data. Cambridge, England.
- Costa, F. J. V. 2002. O efeito de parasitas sobre a condição corporal e os caracteres sexuais secundários do Tiziu (Volatinia jacarina). Master's thesis. Universidade de Brasília, Brasília.
- Costa, F. J. V., and R. H. Macedo. 2005. Coccidian oocyst parasitism in the Blue-black Grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *Animal Behaviour* 70:1401-1409.
- Coutinho, L. M. 2000. O bioma do cerrado. In: Eugene Warming e o cerrado brasileiro (A. L. Klein, ed.). Editora UNESP, São Paulo, SP.
- Darwin, C. 1857. Origem das espécies. Editora Itatiaia, 2002, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Foreyt, W. J. 2005. Parasitologia veterinária: manual de referência. 5ª edição, Roca, São Paulo, Brasil.
- Friend, M., and C. Franson. 1999. Manual of wildlife diseases. Information and Technology Report, U. S. Fish and Wildlife Service. Washington, DC, USA.
- Griggio, M., F. Valera, A. Casas, and A. Pilastro. 2005. Males prefer ornamented females: a field experiment of male choice in the rock sparrow. *Animal Behaviour* 69:1243-1250.

- Hadley, P. B. 1916. Coccidia in subepithelial infections of the intestines of birds. *Contribution* 222:73-78.
- Hamilton, W. D., and M. Zuk. 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science* 218:384-386.
- Hill, G. E., P. M. Nolan, and A. M. Stoehr. 1999. Pairing success relative to male plumage redness and pigment symmetry in the house finch: temporal and geographic constancy. *Behavioural Ecology* 10:48-53.
- Hopkins, G. H. E. 1942. The Mallophaga as an aid to the classification of birds. *Ibis* 6:94-106.
- Kanegae, M. F. 2003. Comparação dos padrões de ectoparasitismo em aves de cerrado e de mata de galeria do Distrito Federal. Master's Dissertation. University of Brasília, Brasília.
- Kirkpatrick, C. E., S. K. Robinson, and U. D. Kitron. 1991. Phenotypic correlates of blood parasitism in the common grackle. In: *Bird-parasite interactions: Ecology, evolution and behavior*. (E. Loye and M. Zuk, eds.), pp. 349-358. Oxford University Press, New York.
- Kraaijeveld, K., J. Gregurke, C. Hall, J. Komdeur, and R. A. Mulder. 2004. Mutual ornamentation, sexual selection, and social dominance in the Black Swan. *Behavioural Ecology* 15:380-389.
- Loye, J. E., and M. Zuk . 1991. *Bird-parasite interactions: Ecology, evolution and behavior*. Oxford University Press, New York.
- Margolis, L., G. W. Esch, J. C. Holmes, A. M. Kuris, and G. A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68:131-133.

- Marini, M. Â., and D. Couto. 1997. Correlações ecológicas entre ectoparasitas e aves de florestas de Minas Gerais. In: Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado – Trabalhos selecionados do 3° Congresso de Ecologia do Brasil. (L. L. Leite and C. H. Saito, eds.), pp. 210-218. Brasília, Universidade de Brasília.
- Marini, M. Â., B. Reinert, M. R. Bornschein, J. C. Pinto, and M. A. Pichorim. 1996. Ecological correlates of ectoparasitism on Atlantic Forest birds, Brazil. *Ararajuba* 4:93-102.
- Møller, A. P., and T. R. Birkhead. 1994. The evolution of plumage brightness in birds is related to extrapair paternity. *Evolution* 48:1089-1100.
- Møller, A. P., P. Christie, and E. Lux. 1999. Parasitism, host immune function, and sexual selection. *Quarterly Review of Biology* 74:3-20.
- Neves, D. P., A. L. de Melo, O. Genaro, and P. M. Linard. 1995. *Parasitologia humana*. Editora Atheneu, Belo Horizonte, Brasil.
- Neves, R. L., A. M. I. Farias, W. R. Telino Jr., M. Arzua, M. C. N. Botelho, and M. C. Lima. 2000. Ectoparasitismo em aves silvestres (Passeriformes: Emberizidae) de Mata Atlântica, Igarassu, Pernambuco. *Melopsittacus* 3:64-71.
- Oniki, Y., and E. O. Willis. 1993. Pesos, medidas, mudas, temperaturas cloacais e ectoparasitas de aves da Reserva Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. *Boletim CEO* 9:2-10.
- Poulin, R. 1995. Phylogeny, ecology and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecological Monographs* 65:283-302.
- Price, P. W. 1980. *Evolutionary biology of parasites*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

- Proctor, H., and I. Owens. 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trends in Ecology and Evolution* 15:358-364.
- Read, A. F., and P. H. Harvey. 1989. Reassessment of comparative evidence for Hamilton and Zuk theory on the evolution of secondary sexual characters. *Nature* 339:618-620.
- Roda, S. A., and Â. M. I. Farias. 1999. Ácaros plumícolas em aves Passeriformes da Zona da Mata Norte de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 16:879-886.
- Robles, M. R. R. 1998. Correlações ecológicas entre ectoparasitos e aves de floresta e cerrado nas área de proteção do Barreiro e Mutuca, municípios de Belo Horizonte e Nova Lima, Minas Gerais. Master's Thesis. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.
- Rojas, R., M. Â. Marini, and M. T. Z. Coutinho. 1999. Wild birds as hosts of Amblyomma cajennense (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 94:315-322.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Brazil.
- Sloss, M. W., R. L. Kemp, and A. M. Zajac. 1999. *Parasitologia clínica veterinária*. Sexta edição, Editora Manole Ltda., São Paulo, Brazil.
- Statsoft, Inc. 2001. *STATISTICA for Windows*. StatSoft, Inc., Tulsa, OK.
- Torres, R., and A. Velando. 2003. A dynamic trait affects continuous pair assessment in the Blue-footed Booby, Sula nebouxii. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 55:65-72.
- Walther, B. A., D. H. Clayton, and R. D. Gregory. 1999. Showiness of neotropical birds in relation to ectoparasite abundance and foraging stratum. *Oikos* 87:157-165.

Weatherhead, P. J., G. F. Bennett, and D. Shutler. 1991. Sexual selection and parasites in wood-warblers. *Auk* 108:147-152.

Zuk, M., J. D. Ligon, and R. Thornhill. 1992. Effects of experimental manipulation of male secondary sex characters on female mate preference in red jungle fowl. *Animal Behaviour* 44:999-1006.

Table 1. Prevalence and intensity of parasitism in a wild population of Blue-black Grassquits, from November 2004 to January 2005 at Fazenda Água Limpa, Brasília, Brazil.

Parasite	Prevalence			Mean			Population mean	
	Males	(%)	intensity	Females	(%)	intensity	Prevalence (%)	Intensity
Ticks	176	3.00	1.40	113	2.00	2.00	2.00	1.60
Lice	176	53.00	54.30	113	49.00	62.60	52.00	57.30
Coccidians	129	13.00	2.80	84	12.00	9.50	13.00	5.30
Cestoids	129	3.00	1.00	84	1.00	6.00	2.00	2.00
Ascaridians	129	0.01	0.30	84	0.01	0.30	1.00	0.30
Other	129	0.04	0.86	84	0.02	3.20	3.00	1.50
Hemoparasites	154	0	0	89	0	0	0	0

Table 2. Morphometric and plumage differences (mean \pm *SE*) between parasitized and healthy male Blue-black Grassquits, captured at Fazenda Água Limpa of the Universidade de Brasília, between November 2004 and January 2005. Analyses conducted with Mann-Whitney *U*-test.

Character	Parasitized (<i>N</i>)	Healthy (<i>N</i>)	<i>U</i>	<i>P</i>
Morphometric trait:				
Weight (g)	9.9 \pm 0.09 (100)	9.9 \pm 0.10 (76)	3602.0	0.55
Tarsus (mm)	15.9 \pm 0.09 (95)	16.2 \pm 0.13 (69)	3027.5	0.83
Weight/Tarsus	0.63 \pm 0.01 (95)	0.61 \pm 0.01 (69)	2879.0	0.18
Wing (mm)	49.3 \pm 0.19 (95)	49.3 \pm 0.33 (69)	3224.0	0.86
Tail (mm)	47.5 \pm 0.27 (94)	47.1 \pm 0.43 (67)	2991.0	0.54
Bill (mm)	7.2 \pm 0.05 (95)	7.1 \pm 0.06 (69)	2991.5	0.95
Secondary sexual traits:				
Underwing patch/Wing	0.26 \pm 0.01 (86)	0.25 \pm 0.01 (73)	2870.0	0.35
Plumage (%)	70.0 \pm 3.0 (76)	68.0 \pm 3.0 (62)	2281.0	0.75

Table 3. Morphometric differences (mean \pm SE) among parasitized and healthy female Blue-black Grassquits, captured at the Fazenda Água Limpa of the Universidade de Brasília, between November 2004 and January 2005. Analyses conducted with Mann-Whitney *U*-test.

Character	Parasitized (<i>N</i>)	Healthy (<i>N</i>)	<i>U</i>	<i>P</i>
Weight (g)	9.9 \pm 0.12 (61)	9.80 \pm 0.10 (51)	1522.0	0.84
Tarsus (mm)	16.1 \pm 0.13 (56)	16.20 \pm 0.21 (42)	1133.5	0.31
Weight/Tarsus	0.6 \pm 0.01 (56)	0.60 \pm 0.01 (42)	1159.0	0.90
Wing (mm)	48.0 \pm 0.24 (56)	47.60 \pm 0.30 (42)	1072.5	0.46
Tail (mm)	46.5 \pm 0.42 (54)	46.20 \pm 0.35 (41)	976.5	0.33
Bill (mm)	7.1 \pm 0.06 (56)	7.00 \pm 0.07 (42)	1130.5	0.74