



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO
DE RECURSOS NATURAIS**

**COLORAÇÃO ULTRAVIOLETA E PIGMENTÁRIA EM
AVES DE UBERLÂNDIA – MG**

Péricles Rocha da Silva

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Péricles Rocha da Silva

**COLORAÇÃO ULTRAVIOLETA E PIGMENTÁRIA EM
AVES DE UBERLÂNDIA – MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora
Profa. Dra. Celine de Melo

UBERLÂNDIA
Fevereiro – 2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586c Silva, Péricles Rocha da, 1978-
Coloração ultravioleta e pigmentária em aves de Uberlândia-MG

/ Péricles Rocha da Silva. - 2009.

58 f. : il.

Orientadora: Celine de Melo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos naturais.

Inclui bibliografia.

1. Ave - Comportamento - Uberlândia (MG) - Teses. I. Melo, Celine de. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

CDU: 598.2-15(815.12*UDI.)

Péricles Rocha da Silva

**COLORAÇÃO ULTRAVIOLETA E PIGMENTÁRIA EM AVES DE
UBERLÂNDIA – MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Aprovada em 18 de Fevereiro de 2009

Profa. Ph.D. Regina Helena Ferraz de Macedo

UnB

Prof Dr. Oswaldo Marçal Júnior

UFU

Profa. Dra. Celine de Melo
UFU
(Orientadora)

UBERLÂNDIA
Fevereiro - 2009

"Os frutos da terra fornecem segurança, como também a harmonia das estrelas, que além do mais, fornecem grandiosidade. Deste modo, nos movemos de um para outro: de sob a sombra do baobá, para o círculo mágico sob o céu; do luar para a praça pública, do subúrbio, para a cidade; dos feriados praianos para o deleite das artes sofisticadas; procurando um ponto de equilíbrio que não é deste mundo".

YI-FU TUAN

Este trabalho é dedicado a minha parceira amada *Gloria Matallana Tobón*

Agradecimentos

Outro dia escutei que fazer mestrado era Masoquismo. Não sei se concordo. Mas senti na pele e será algo que com certeza ficará marcado em minha vida. Sendo assim quero agradecer aqui as pessoas que não só tornaram este sonho possível, mas que também foram fundamentais, essenciais... para realização deste trabalho.

Sem mais delongas, sou extremamente grato a você Celine de Melo que teve toda confiança em que este trabalho pudesse ser realizado de fato. Acreditou em meu potencial e contribuiu incomensuravelmente para que eu crescesse a cada dia como profissional.

A Gloria Matallana Tobón, principalmente dentre tantas coisas porque não deixou que eu desistisse da idéia inicial do trabalho e se jogou comigo à região central desse nosso “Brazilzão”. Amo-te mi Ricura!!!

Agradeço ainda a Regina H. Macedo pela solicitude em abrir as portas do Laboratório de Comportamento Animal para realização das análises. Sem falar nas várias dúvidas a que me esclareceu possibilitando um melhor direcionamento do trabalho.

Ao amigo que fiz em Brasília, Rafael Maia, que pacientemente me apresentou e ensinou a utilizar o espectrofotômetro (palavrão, mas soa bonito né?!) e sempre tirando minhas dúvidas e ajudando a solucionar os problemas que surgiam... Muito Obrigado Rafael, valeu mesmo!!!

A Lenildo Moura e Eduardo S. A. dos Santos (Brasília), que também foram fundamentais para minha estadia e realização das análises, respectivamente, em Brasília.

Quero agradecer especialmente as meninas do LORB: Patrícia de O. Rodrigues, Madalena P. Pereira, Zélia da Paz Pereira e Vanessa F. Gonçalves (Vanessinha) por terem me acompanhado debaixo de sol e chuva literalmente. Vocês são de fibra. Valeu galera!

Ao meu amigo Eurípedes Luciano da Silva Júnior, que muito paciente esteve sempre presente nas horas cruciais do trabalho.

Não posso deixar de fora também a Daniela B. L. e Silva e Paulo A. da Silva que deram aquela força em campo. Desejo-lhes toda sorte rapaziada.

A Thiago G. de Souza e Clara Matallana T. que prestaram inestimável apoio em testes estatísticos (que afinal não foram utilizados) e revisão bibliográfica sem a qual não teria conseguido alcançar o patamar da referências.

Aos funcionários do FUNDAP que sempre solícitos permitiram a utilização da Fazenda Experimental do Glória e suas instalações (Valeu “Sr. Jairo”).

Ao CEMAVE/ICMBio pelo fornecimento das anilhas.

Ao Prof. André R. Terra Nascimento que considero uma pessoa especial, sempre aberta a um bom papo, que me incentivou a ir em frente... Obrigado!

Ao Prof. Paulo Eugênio de Oliveira que abriu as portas do Laboratório de Morfologia, microscopia e imagem para realização das imagens iniciais das penas.

Enfim, certamente devo ter esquecido de alguém, desculpe-me. No entanto, peço permissão para agradecer aos meus companheiros especiais que sempre estiveram ao meu lado nas madrugadas e momentos de descontração: Samanta, Morgana e Merlin. Valeu bichanos !

LISTA DE FIGURAS**CAPÍTULO II**

- Figura 2.1. Espectro médio de reflectância de penas vermelhas do píleo de machos com plumagem adulta de *A. galeata*, medidos a 90° (N = 14, barras de erro representam intervalo de confiança de 95%).....47
- Figura 2.2. Correlação de Pearson entre a intensidade da cor vermelha do píleo e características corporais de *A. galeata* em Uberlândia-MG. (a) Correlação entre peso e intensidade (%) do vermelho ($r = 0,59$; $P = 0,025$); (b) Correlação entre o índice massa/tarso e intensidade (%) do vermelho ($r = 0,62$; $P = 0,017$).....49

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1.1. Valores parciais do esforço amostral por área de estudo no Triângulo Mineiro.....	28
Tabela 1.2. Análises espectrofotométricas de penas de machos (m) e fêmeas (f). Região coletada: cin = coberteiras infra-caudais, pei = peito e pil = píleo. M% = média de porcentagem de reflectância* e EP = erro padrão.....	28

CAPÍTULO II

Tabela 2.1. Correlações de Pearson (r) entre as características morfométricas. Características de condição corporal (Média \pm Desvio Padrão) de <i>A. galeata</i> mensurados na FEG, Uberlândia-MG.....	46
Tabela 2.2. Características espectrais (Média \pm Desvio Padrão) de machos de <i>A. galeata</i> (N = 14) capturados na FEG. Correlações de Pearson (r) e Spearman (r_s) entre as características espectrais da plumagem.....	48
Tabela 2.3. Correlações de Pearson (r) entre condições corporais e intensidade da cor vermelha de <i>A. galeata</i> (N = 14).....	49

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	X
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO GERAL	5
OBJETIVOS.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO I - AUSÊNCIA DE DIMORFISMO CRÍPTICO EM ESTRUTURAS DE AVES EM UBERLÂNDIA, MG.....	17
INTRODUÇÃO	17
OBJETIVOS.....	20
MATERIAL E MÉTODOS	20
ÁREA DE ESTUDO	20
Fazenda Experimental do Glória (FEG)	21
Área I (Mata).....	21
Área II (Antrópica).....	22
Reserva Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (RNCCPIU)	22
PROCEDIMENTOS EM CAMPO	23
Capturas.....	23
Identificação e marcação	24
Coleta de penas	24

PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO	25
Espectrofotometria	25
ANÁLISE DE DADOS.....	26
RESULTADOS.....	27
DISCUSSÃO	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CAPÍTULO II - ASSOCIAÇÃO ENTRE CONDIÇÃO NUTRICIONAL E COLORAÇÃO DA PLUMAGEM EM ANTILOPHIA GALEATA	38
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS	41
ÁREA DE ESTUDO	41
MÉTODOS.....	41
Coleta de penas	41
Condição corporal	42
Espectrofotometria	42
Características sexuais secundárias	43
ANÁLISE DOS RESULTADOS	44
RESULTADOS.....	45
DISCUSSÃO	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

RESUMO

Silva, Péricles Rocha; 2009. Coloração ultravioleta e pigmentária em aves de Uberlândia – MG. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG. 58 p.

A plumagem das aves possui cores importantes para comunicação intra e inter-específica. As informações contidas nestas cores podem ser decisivas para seleção sexual, relação predador/presa ou indicar a qualidade nutricional dos indivíduos, entre outros aspectos. O conhecimento sobre a funcionalidade das cores da plumagem das aves brasileiras é praticamente inexistente. Os estudos se concentram em áreas temperadas. Este estudo teve o objetivo de (1) identificar a existência de espécies com dimorfismo críptico em relação a ocorrência da cor ultravioleta (UV) e (2) verificar se existe associação entre a condição corporal e coloração do píleo dos machos adultos de *Antilophia galeata*. Para tal foram realizadas combinações metodológicas que envolveram atividades em campo e laboratório. As capturas foram realizadas com redes de neblina em ambientes fragmentados de Cerrado, em Uberlândia-MG, entre novembro de 2007 e junho de 2008. Os indivíduos tiveram a coloração de suas penas avaliadas com técnicas de espectrofotometria em junho de 2008. Foram analisadas seis espécies a fim de encontrar dimorfismo críptico quanto a reflectância de UV, dentre as quais nenhuma teve dimorfismo críptico. O brilho do píleo de *A. galeata* demonstrou correlação positiva significativa com o peso ($r = 0,59$; $p = 0,025$) e com o índice massa/tarso ($r = 0,62$; $p = 0,017$). Isso

indica que os machos podem sinalizar aos co-específicos e suas parceiras em potencial qualidades como condição corporal e estado nutricional.

Palavras-chave: coloração pigmentária, coloração estrutural, interação, seleção sexual, espectrofotometria.

ABSTRACT

Silva, Péricles Rocha; 2009. Ultraviolet and pigmentary colouration in birds of the Uberlândia – MG. Master degree in Ecology and Conservation of Natural Resources. Uberlândia-MG 58 p.

Bird feathers exhibit colors that are important for intra- and inter-specific communication. These colours transmit information that be conclusive for sexual selection, predator/prey relations or to indicate the nutritional condition of the individual, besides other aspects. Information about the functionality of plumage colouration in Brazilian birds is practically nonexistent. Most studies are concentrated in temperate areas. This study had the following objectives (1) to identify species that have cryptic dimorfism in relation to ultraviolet (UV) coloration occurring, (2) verify if there is association between colouration and body condition of crown of *Antilophia galeata* adult males. The methods involved a combination of field and laboratory activities. The capture of birds was made with mist-nets in fragmented environments of Cerrado habitat in the in the municipality of Uberlândia (Minas Gerais State) from November 2007 to June 2008. The individuals had their feather coloration evaluated with spectrophotometric techniques in June 2008. Was analized six species to find cryptic dimorfism about UV reflectance, wich nobody had cryptic dimorfism. Crown brightness in *Antilophia galeata* showed a significant positive correlation with mass ($r = 0.59$; $p = 0.025$) and mass/tarsus index ($r = 0.62$; $p = 0.017$). This suggest that males may advertise to their potential partners and co-specifics body condition and nutritional state.

Keywords: pigmentary coloration, structural coloration, interaction, sexual selection, spectrometry.

INTRODUÇÃO GERAL

O comportamento de espécies simpátricas está parcialmente relacionado com diferenças encontradas na morfologia dos indivíduos (Vanhooydonck *et al.* 2000). Pequenas diferenças morfológicas resultam em diferenças ecológicas como utilização do recurso, substrato e ambiente (MacArthur & Levins 1967; Miles & Ricklefs 1984).

As aves não conseguem fixar o tamanho de suas estruturas morfológicas ao longo de sua vida. O comprimento de estruturas como asa e cauda pode oscilar devido a variações em padrões de muda, entre outros aspectos. As dimensões do bico são as que menos variam, mas podem mudar a atividade de uma ave. Um exemplo é o bico de *Haematopus ostralegus* (Linnaeus, 1758) que muda de forma gradualmente, modificando sua dieta (Swennen *et al.* 1983).

A variabilidade morfológica entre populações (Grant *et al.* 1985) pode ser o fator responsável pela segregação espacial das espécies (Miles & Ricklefs 1984). Segundo Wiens (1989), a alta similaridade morfológica entre espécies com ecologia similar pode levar a extinção local ou exclusão distribucional promovendo, assim, um espaçamento inter-específico.

Uma série de relações intra e inter-específicas estão envolvidas com características da plumagem das espécies. Em certas espécies os indivíduos que se envolvem em interações agonísticas podem ter manchas sinalizando “*status*” de dominância (Senar 2004). Em *Carduelis spinus* (Linnaeus, 1758) o tamanho da mancha negra da garganta funciona como sinal de dominância entre seus co-específicos (Senar & Camerino 1998). Os vencedores

geralmente são os primeiros a: escolherem parceiras, áreas de vida, explorarem os recursos; e adquirem territórios maiores (Senar 2004).

Nas interações que envolvem confrontos diretos, como predador/presa, a coloração da plumagem pode transmitir informações diversas aos predadores. As cores da ave podem advertir sobre o sabor desagradável ou presença de toxinas (Pouton 1890). Foi comprovada para o gênero *Pitohui* a existência de neurotoxinas na plumagem vermelha ou alaranjada, além de tecidos que atuam como repelentes contra predadores em potencial (Dumbacher *et al.* 1992).

Observa-se também que enquanto alguns predadores adquirem estruturas que aumentam a eficiência de perseguição das presas, estas podem desenvolver estruturas que lhes permitam escapar (Endler 1991). Quanto maior a acuidade visual desenvolvida pelo predador, mais críptica é a aparência das presas. Quando o predador se familiariza com a aparência críptica da presa a mesma pode evoluir o polimorfismo (Curio 1976; Dawkins 1979; Krebs & Davis 1993). Por outro lado, a coloração críptica pode beneficiar as aves contra predadores (Senar 2004). *Caprimulgus ruficollis* (Temminck, 1820) possui cores, como o cinza, ou manchas que distorcem a silhueta (Aragonés 1997). Isso favorece sua confusão com um ambiente de mesma cor (Thayer 1909).

Algumas aves de rapina utilizam coloração Ultravioleta (UV) durante a caça. Viitala *et al.* (1995) demonstraram que *Falco tinnunculus* (Linnaeus, 1758) caça utilizando irradiação de UV contida em marcações de urina e fezes do rato *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761).

Recentemente, este tipo de cor tem sido registrado na plumagem de muitas aves (Mullen & Pohland 2008). Os trabalhos se concentram em áreas

temperadas e os estudos no Brasil são escassos (e.g. Costa & Macedo 2005; Maia 2008), e (veja Stevens & Cuthill 2007).

A plumagem das aves pode ser conspícua e apresentar padrões complexos. Em estruturas sexuais secundárias geralmente encontram-se estruturas extravagantes. Vários ornamentos sexuais são conhecidos por estarem submetidos à seleção direcional intensa, impulsionada pela escolha da fêmea (e.g. Andersson 1982; Møller 1988) ou competição entre machos (e.g. Cronner 1988; Otronen 1988).

Na seleção direcional as estruturas extremas é que são selecionadas (Andersson 1994). Espécies que possuem estruturas grandes tendem a possuir médias elevadas de assimetria flutuante para estruturas sexuais secundárias e ordinárias (Møller & Eriksson 1994).

Por outro lado, os efeitos da seleção estabilizadora favorecem indivíduos com valores das estruturas próximos da média da população (Milkman 1970). Uma estrutura que possui o desenvolvimento estável sofrerá poucos e menores desvios de desenvolvimento e então expressa baixos índices de assimetria flutuante (Møller & Pomiankowski 1993).

Talvez a relação intra-específica mais estudada nos últimos 30 anos seja a seleção sexual (Tori *et al.* 2008). A seleção sexual pode ser subsidiada por caracteres assimétricos e variações fenotípicas em geral (Møller & Pomiankowski 1993).

As estruturas sexuais são, provavelmente, muito dispendiosas para serem produzidas e mantidas. Por exemplo, a cauda de *Nectarinia johnstoni* (Shelley, 1885) é tão longa que interfere no voo diminuindo a eficiência de capturas de insetos aéreos (Evans & Thomas 1992).

Em algumas espécies de aves, penas grandes na cauda ou cabeça tornam a plumagem mais atrativa em comparação àquelas que não possuem esses aspectos. A exibição de formas e cores exige gastos energéticos para produção e manutenção; adicionalmente penas coloridas e grandes podem reduzir a expectativa de vida dos indivíduos (Pomiankowski & Møller 1995; Kotiaho *et al.* 2001). Em pavões (*Pavo spp.*), as fêmeas preferem se acasalar com machos com maior número de ocelos nas retrizes. As fêmeas relacionam o número de ocelos com o tamanho da oviposição que terão. A plumagem, sua coloração e o comprimento das penas ornamentais são indicadores importantes da condição física, nível nutricional e estado de saúde em machos de *Pavo spp.* (Petrie 1993). De modo geral, as fêmeas selecionam os machos baseando-se em características da plumagem (Hunt *et al.* 1999; Sheldon *et al.* 1999; Keyser & Hill 2000; Griffith *et al.* 2003; Senar 2004). A seleção sexual é reconhecida como um fator evolucionário essencial que modela o comportamento, morfologia, história de vida e sistemas de acasalamento em animais e plantas (Searcy 1982; Andersson 1994).

Atualmente, a transformação de hábitat nos cerrados brasileiros limitará as áreas reprodutivas da maioria das espécies, enquanto reduzirá ou eliminará completamente populações de espécies endêmicas (Macedo 2002). O bioma é a maior, mais rica e possivelmente a savana tropical mais ameaçada do mundo (Silva & Bates 2002). É classificado como uma das 25 regiões terrestres mais importantes em termos de biodiversidade do planeta. Já foram registradas 10.000 espécies de plantas, 161 mamíferos, 120 répteis, 150 anfíbios (Myers *et al.* 2000) e 837 espécies de aves das quais 4,3% são endêmicas (Silva 1995; Cavalcanti 1999; Silva & Bates 2002; Lopes 2004).

Localizada no Triângulo Mineiro, Uberlândia possui cerca de 85% da vegetação de Cerrado já destruída (Rosa *et al.* 2006). Trata-se de uma região de importância biológica extrema e área prioritária para a conservação da natureza (Probio 1999). Contudo, não existem estudos sobre a funcionalidade da coloração da plumagem das aves desta região, que podem fornecer informações úteis para compreensão da história de vida das espécies bem como sua conservação.

OBJETIVOS

- Identificar espécies que possuem plumagem com espectros Ultravioleta em áreas de Cerrado do Triângulo Mineiro;
- Verificar se existe dimorfismo críptico em estruturas de aves em Uberlândia;
- Testar a relação entre características da coloração e condição corporal em machos de *Antilophia galeata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSSON, M. 1982. Female choice selects for extreme tail length in a widowbird. *Nature* 299: 818-820.
- ANDERSSON, M. 1994. *Sexual Selection*. Princeton University Press. New Jersey.
- ARAGONÉS, J. 1997. Influencia de la crisis en el comportamiento del chotacabras pardo, *Caprimulgus ruficollis*. *Tesis Doctoral*. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- CAVALCANTI, R.B. 1999. Bird species richness and conservation in the cerrado region of central Brazil. *Std. Avian Biology* 19: 244-249.
- COSTA, F.J.V. & MACEDO, R.H. 2005. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *An. Behaviour* 70: 1401-1409.
- CRONNER, J. 1988. Field measurements of natural and sexual selection in the fungus beetle, *Bolitotherus cornutus*. *Evolution* 42: 736-749.
- CURIO, E. 1976. *The ethology of predation*. Springer-Verlag. Berlin.
- DAWKINS, R. 1979. Arms races between and within species. *Proc. R. Soc. Lond. B* 205: 489-511.
- DUMBACHER, J.P.; BEEHLER, B.M.; SPANDE, T.F.; GARRAFO, H.M. & DALY, J.W. 1992. Homobatrachotoxin in the genus *Pitohui*: chemical defense in birds? *Science* 258: 799-801.
- ENDLER, J.A. 1991. Interactions between predators and prey. pp. 169-196. *In*: KREBS, J.R. & DAVIS, J.B. (eds). *Behavioural ecology: an evolutionary approach*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.

- EVANS, M.R. & THOMAS, A.L.R. 1992. Aerodynamic and mechanical effects of elongated tails in the scarlet-tufted malachite sunbird: measuring the cost of a handicap. *Anim. Behav.* 43: 337-347.
- GRANT, P.R.; ABBOTT, I.; SCHLUTER, D.; CURRY, R.L. & ABBOTT, L.K. 1985. Variation in size and shape of Darwin's finches. *B. J. Linn. Society* 25: 1-39.
- GRIFFITH, S.C.; ORNBORG, J.; RUSSEL, A.F.; ANDERSSON, F. & SHELDON, B.C. 2003. Correlations between ultraviolet coloration, overwinter survival and offspring sex ratio in the blue tit. *J. Evol. Biology* 16: 1045-1054.
- HUNT, S.; CUTHILL, I.C.; BENNETT, A.T.D. & GRIFFITHS, R. 1999. Preferences of ultraviolet partners in the blue tit. *An. Behaviour* 58: 809-815.
- KEYSER, A.J. & HILL, G.E. 2000. Structurally based plumage coloration is an honest signal of quality in male blue grosbeaks. *Behav. Ecol.* 10: 202-209.
- KOTIAHO, J.S.; SIMMONS, L.W. & TOMKINS, J.L. 2001. Towards a resolution of the lek paradox. *Nature* 410: 684-686.
- KREBS, J.R. & DAVIS, N.B. 1993. *An introduction to behavioural ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- LOPES, L.E. 2004. Biologia comparada de *Suiriri affinis* e *Suiriri islerorum* (Aves: Tyrannidae) no cerrado do Brasil central. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Brasília. Brasília.
- MACEDO, R. 2002. The avifauna: ecology, biogeography, and behavior. pp. 242-264. *In*: OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. (eds). *The Cerrados*

of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna.
Columbia University Press. New York.

- MAIA, R. 2008. Coloração estrutural iridescente do tiziu (*Volatinia jacarina*, Aves: Emberizidae): mecanismos de produção, variação e função. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Brasília. Brasília.
- McARTHUR, R. & LEVINS, R. 1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *Am. Nat.* 101: 377-385.
- MILES, D.B. & RICKLEFS, R.E. 1984. The correlation between ecology and morphology in deciduous forest passerine birds. *Ecology* 65(5): 1629-1640.
- MILKMAN, R. 1970. The genetic basis of natural variation in *Drosophila melanogaster*. *Adv. Genet.* 15: 55-114.
- MØLLER, A.R. 1988. Female choice selects for male tail ornaments in the monogamous swallow. *Nature* 332: 640-642.
- MØLLER, A.P. & POMIANKOWSKI, A. 1993. Fluctuating asymmetry and sexual selection. *Genetica* 89: 267-279.
- MØLLER, A.R. & ERIKSSON, M. 1994. Patterns of fluctuating asymmetry in flowers: implications for sexual selection in plants. *J. Evol. Biol.* 7: 97-113.
- MULLEN, P. & POHLAND, G. 2008. Studies on UV reflection in feathers of some 1000 bird species: are UV-peaks in feathers correlated with VS/UVS cones? *Ibis* 150: 59-68.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

- OTRONEN, M. 1988. Intra and intersexual interactions at breeding burrows in the horned beetle, *Coprophanæus ensifer*. *Anim. Behav.* 36: 741-748.
- PETRIE, M. 1993. Do peacock's trains advertise age? *J. Evol. Biol.* 6: 443-448.
- POMIANKOWSKI, A. & MØLLER, A.P. 1995. A resolution of the lek paradox. *Proc. R. Soc. Lond. B* 260: 21-29.
- POUTON, E.H. 1890. *The colours of animals*. Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. London.
- PROBIO, 1999. *Workshop: Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.
- ROSA, R.; BRITO, J.L.S. & LIMA, S.C. 2006. Uso do solo e cobertura vegetal na área de influência do AHE Capim Branco I. *Sociedade e Natureza* 18(34): 133-150.
- SEARCY, W.A. 1982. The evolutionary effects of mate selection. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13: 57-85.
- SENAR, J.C. & CAMERINO, M. 1998. Status signalling and the ability to recognize dominants: an experiment with siskins (*Carduelis spinus*). *Proc. R. Soc. Lond. B* 265: 1515-1520.
- SENAR, J.C. 2004. *Mucho más que plumas*. Ajuntament de Barcelona. Barcelona.
- SHELDON, B.C.; ANDERSSON, S.; GRIFFITH, S.C.; ORNBORG, J. & SENDECKA, J. 1999. Ultraviolet colour variation influences blue tit sex ratios. *Nature* 402: 874-877.

- SILVA, J.M.C. 1995. Birds of the Cerrado region, South America. *Steenstrupia* 21: 69-92.
- SILVA, J.M.C. & BATES, J.M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in South American cerrado: a tropical savana hotspot. *BioScience* 52: 225-233.
- STEVENS, M. & CUTHILL, I.C. 2007. Hidden messages: are ultraviolet signals a special channel in avian communication? *Bioscience* 57(6): 501-507.
- SWENNEN, C.; BRUIJN, P. & DUIVEN, M.F. 1983. Differences in bill form of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*, a dynamic adaptation to specific foraging techniques. *Net. J. Sea Research* 17: 57-83.
- THAYER, G.H. 1909. *Concealing coloration in the Animal Kingdom*. Macmillan. New York.
- TORI, W.P.; DURÃES, R.; RYDER, T.B.; ANCIÃES, M.; KARUBIAN, J.; MACEDO, R.H.; UY, J.A.C.; PARKER, P.G.; SMITH, T.B.; STEIN, A.C.; WEBSTER, M.S.; BLAKE, J.G. & LOISELLE, B.A. 2008. Advances in sexual selection theory: insights from tropical avifauna. *Ornitologia Neotropical* 19(Suppl.): 151-163.
- VANHOODYDONCK, B.; VAN DAMME, R. & AERTS, P. 2000. Ecomorphological correlates of habitat partitioning in Corsican lacertid lizards. *Funct. Ecology* 14: 358-368.
- VIITALA, J.; KORPIMAKI, E.; PALOKANGAS, P. & KOIVULA, M. 1995. Attraction of kestrels to vole scent marks visible in ultraviolet light. *Nature* 373: 425-427.

WIENS, J.A. 1989. *The ecology of bird communities: foundation and patterns.*

Vol. 1. Cambridge University Press. Cambridge.

CAPÍTULO I

AUSÊNCIA DE DIMORFISMO CRÍPTICO EM ESTRUTURAS DE AVES EM UBERLÂNDIA, MG

INTRODUÇÃO

A visão é um sentido comum à maioria dos animais. Entre eles, porém, existe diferença na percepção do espectro de luz. O limite superior de visão nas aves e nos homens está em cerca de 700nm. A maioria das aves tem seu limite inferior em 315nm e nos humanos considera-se 400nm (Cuthill *et al.* 2000; Hart 2001).

A percepção do ultravioleta (UV) foi descoberta em formigas, em 1882 (Lubbock 1882). Após 90 anos foi reportada, pela primeira vez, nas aves (Hurt & Burkhardt 1972 *apud* Mullen & Pohland 2008).

Atualmente, sabe-se que a visão do UV ocorre em vários taxa de vertebrados como peixes, répteis e mamíferos (Jacobs 1992). Os humanos não enxergam o UV devido ao fato de que os comprimentos de ondas curtas são absorvidos pelo cristalino antes de alcançarem a retina (humanos com afaquia, i.e. ausência do cristalino do olho, podem enxergar UV; Stark *et al.* 1994). Brainard *et al.* (1999) observaram que humanos entre sete e dez anos conseguem perceber estímulos de ondas curtas na faixa do UV (315-400nm). As aves são sensíveis a comprimentos de ondas UV, a princípio, porque seu meio ocular (principalmente córnea e cristalino) são transparentes ao UV (Cuthill 2006).

As aves são extremamente dependentes da visão. Em parte devido ao vôo que demanda um sistema com resolução espacial alta e velocidade de

resposta rápida. Dessa forma, a visão é um dos principais mecanismos de comunicação para o forrageio, para evitar predadores e nas interações intra-específicas (por exemplo, seleção sexual) (Cuthill *et al.* 2000).

A comunicação pela coloração ultravioleta da plumagem é possível devido a existência de quatro tipos de células (cones) um dos quais é sensível ao UV. Os quatro tipos simples de conos que as aves possuem lhes conferem a visão tetracromática. Os humanos possuem três tipos de cones (visão tricromática); logo, não discriminam as cores com tanta acurácia quanto as aves (Chen *et al.* 1984; Vorobyev & Osorio 1998; Cuthill 2006).

A plumagem colorida origina-se de dois mecanismos primários: pigmentos depositados nas penas (cores pigmentárias) e microestruturas refletoras (cores estruturais). Os principais tipos de pigmentos são: melanina e carotenóides (Hegyí *et al.* 2007). As melaninas produzem cores entre marron e preto, que fornecem estrutura de suporte às penas (Burt 1981). Carotenóides refletem amarelo, laranja e vermelho, que são precursores de vitamina “A” (Olson & Owens 1998). Ambos são encontrados em plumagem ornamental (Keyser & Hill 1999; Grether *et al.* 2004). As cores azul, púrpura, verde, UV e iridescente são produzidas quando microestruturas físicas na queratina da pena dispersam a luz incidente e refletem comprimentos de ondas pequenos (Grennwald *et al.* 1960; Fox 1976). A coloração da ave com base em carotenóides é limitada pela ingestão destes pigmentos (Goodwin 1984; Hudon *et al.* 2007). Por outro lado, as melaninas são sintetizadas pelas aves (Griffith *et al.* 2006).

Embora o Brasil tenha 1801 espécies de aves documentadas (CBRO 2008), os estudos com características de plumagem encontram-se na fase

inicial. *Volatinia jacarina* (Linnaeus, 1766) é a espécie que melhor se conhece, com estudos sobre seleção sexual (Costa & Macedo 2005) e mecanismos de produção, variação e função da plumagem iridescente (Maia 2008). Hudon *et al.* (2007) avaliaram a variação e origem da plumagem carotenóide em *Ilicura militaris* (Shaw, 1809).

O UV é uma cor estrutural que divide opiniões entre pesquisadores, quanto às suas funções na comunicação entre as aves (veja Hunt *et al.* 2001; Hausmann *et al.* 2003; Stevens & Cuthill 2007). Siitari *et al.* (2002) encontraram em *Ficedula hypoleuca* (Pallas, 1764) relação positiva entre a intensidade de UV nas penas dos machos e sua escolha pela fêmea. Entretanto, Stevens & Cuthill (2007) criticam que muitos trabalhos que encontram este tipo de associação são experimentais e, portanto, passíveis de interpretações deturpadas. Por exemplo, embora Hausmann *et al.* (2003) terem encontrado relação entre reflectância de UV e “*display*” sexual, Bennet & Owens (2002) utilizando métodos idênticos não encontraram associação entre reflectância de UV e dicromatismo sexual.

O Brasil tem potencial de pesquisa vasto nesta área, devido à sua riqueza de espécies. Os estudos podem solucionar questões, ainda sem respostas, e direcionar novas linhas de pesquisa no país. No presente estudo, pretende-se verificar se existem espécies de aves com dimorfismo críptico (possuem reflectância significativamente distintas de UV entre machos e fêmeas) em três áreas do cerrado de Uberlândia.

OBJETIVOS

- Avaliar quais espécies de aves dimórficas possuem dimorfismo críptico em relação à reflectância de UV.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As áreas de estudo localizam-se na região do Triângulo Mineiro (18°52'S 48°15'O), oeste do estado de Minas Gerais. Esta região está sob o domínio do Cerrado *sensu lato* (Araújo *et al.* 1997). Atualmente é composta por reservas e remanescentes florestais fragmentados (Barbosa *et al.* 2006; Carmo 2006). Nos interstícios observam-se zonas urbanas, pastagens, estradas e atividades agropecuárias.

As coletas de dados foram realizadas entre 29 de novembro de 2007 e 6 junho de 2008 em áreas de mata mesófila semidecídua, antropizada e Cerrado. Nestas áreas predominam solos do tipo latossolos vermelho-escuros associados às áreas geológicas do grupo Bauru de formação Adamantina (Baccaro 1990).

O clima regional é do tipo Aw megatérmico com estações bem definidas: seca (maio a setembro) e úmida (outubro a abril). Podem ocorrer temperaturas acima de 35°C e geadas esporádicas no inverno. A precipitação anual e as médias diárias de temperatura oscilam em torno de 1550mm e 22°C, respectivamente (Rosa *et al.* 1991).

Fazenda Experimental do Glória (FEG)

Esta Fazenda pertence a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e localiza-se a 12km do centro da cidade de Uberlândia (18°56'54''S 48°12'47''O) a cerca de 890m de altitude. Segundo a EMBRAPA (1999), o solo classifica-se como latossolo vermelho distrófico e textura argilosa.

A área total é de 685ha (Araújo & Haridasan 1997) constituída por um mosaico de paisagens com Cerrado sentido restrito, mata mesófila semidecídua, pastagens, plantações de soja (*Glycine* sp.), sorgo (*Sorghum* sp.) e café (*Coffea* sp.). A pecuária também é uma atividade desenvolvida no local, no qual se destacam o gado de corte e leiteiro, além do processamento de seus derivados (*obs. pess.*). As capturas e coletas de dados ocorreram nas áreas I e II da FEG.

Área I (Mata)

Esta área é um fragmento de mata mesófila semidecídua com 30ha em estágio secundário de regeneração (Araújo & Haridasan 1997). Este tipo de formação possui árvores que formam copas amplas, ralas e esgalhadas, em que os troncos se ramificam frequentemente próximos ao solo. A estratificação da comunidade invariavelmente ultrapassa três camadas. Abaixo do dossel há sub-bosque arbóreo-arbustivo denso e, sob este, um estrato herbáceo pobre (Rizzini 1997).

A área I (18°57'09''S 48°12'17''O) possui cerca de 96 espécies arbóreas das quais destacam-se as que possuem os maiores Índices de Valor de Importância como: *Ocotea corymbosa* (Meissner) Mez, *Cryptocarya aschersoniana* Mez, *Machaerium villosum* Vog., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Casearia grandiflora* Camb. e *Pouteira* sp.. A diversidade de espécies

encontradas também é considerada alta (Araújo & Haridasan 1997). No estrato arbustivo predominam Rubiaceae nas áreas secas e Pteridophytas nas áreas úmidas (Motta 2002).

Esta mata desempenha, dentre outras funções, a manutenção da nascente do Córrego do Glória. As capturas das aves ocorreram entre 29 de novembro de 2007 e 2 de junho de 2008.

Área II (Antrópica)

Essa área é composta por ambientes descaracterizados pela ação antrópica. A matriz do entorno é composta pela mata mesófila semidecídua e ambientes abertos à beira de um corredor de árvores remanescentes (18°57'00''S 48°12'09''O), estrada de terra, pastagem e borda de plantação de *Glycine* sp.. A ação antrópica formou um mosaico de paisagens e ambientes abertos que dificultou a delimitação da área de abrangência das capturas neste ambiente (*obs. pess.*). As capturas ocorreram entre 29 de março de 2008 a 4 de junho de 2008.

Reserva Natural do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (RNCCPIU)

A RNCCPIU com área de 640ha situa-se a 10km distante do centro da cidade sentido sudoeste e inclui uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de 127ha (Machado 2007). Os solos encontrados na região são do tipo latossolo vermelho escuro, álico ou distrófico (EMBRAPA 1982).

Esta área é composta por fisionomias como vereda, campo sujo, mata mesófila e mata de galeria (Rosa *et al.* 1991). A área selecionada foi de

Cerrado sentido restrito (19°00'06''S 48°18'36''O) a cerca de 860m de altitude. As coletas de dados ocorreram entre 10 de abril e 6 de junho de 2008.

Procedimentos em Campo

Capturas

As capturas ocorreram em transectos lineares de redes de neblina do tipo ATX com malha de 'nylon' (adaptado de Bibby *et al.* 1998, Álvarez *et al.* 2004). Em cada dia de campo utilizou-se de quatro até 15 redes ornitológicas com tamanhos de 14,0 x 3,0m (malha de 36mm e 4 bolsas), 12,0 x 3,0m (malha de 24mm e 5 bolsas) e 6,0 x 2,5m (malha de 24mm e 3 bolsas).

Trilhas pré-existentes foram utilizadas como transectos ou abertas trilhas no interior da mata para a distribuição das redes no sub-bosque. As redes ficaram abertas, quando possível, entre o nascer e o pôr-do-sol mantidas entre 10 e 40cm do solo. As redes foram vistoriadas em intervalos de 40 a 50min na área I e a cada 30min na área II.

Os pontos de captura compreenderam borda e interior da mata, enquanto na área antropizada as capturas ocorreram na borda da estrada e próximo a locais com vegetações arbórea e arbustiva remanescentes. No cerrado, ocorreram na área de transição entre a vereda e cerrado sentido restrito.

Para o cálculo do esforço amostral, considerou-se em cada área, o intervalo de tempo de exposição entre a abertura e o fechamento da última rede. Este cálculo ocorreu para cada tipo de rede, multiplicando a área (comprimento X altura) vezes o número de redes (n) e o tempo (h) de exposição. Uma vez obtido os valores para cada tipo de rede, esses foram

somados para se obter o valor total em horas.metro quadrado (h.m^2) em cada área (Straube & Bianconi 2002).

Identificação e marcação

Para denominação específica em termos nomenclaturais foi utilizado Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2008). Após a identificação era realizada a marcação com anilha de alumínio, cedida pelo CEMAVE/ICMBio, utilizando alicate de ponta fina.

Coleta de penas

Foram coletadas penas de indivíduos jovens e adultos. A idade aparentemente não afeta a avaliação de UV nas penas (Endler & Théry 1996; Andersson 1999). O componente principal da coloração afetado pela idade é o brilho (Hausmann *et al.* 2003).

As penas foram coletadas das seguintes áreas: píleo, peito e coberteira infra-caudal. Penas listradas, barradas ou com pontos de outra coloração que impossibilitavam a predominância de uma cor foram desconsideradas nas análises. O critério adotado para selecionar um conjunto de penas foi a existência de área com coloração visual contínua.

Pelo menos uma amostra com três penas de cada indivíduo foi coletada utilizando alicate de ponta romba. Posteriormente, as penas foram depositadas numa sacola plástica de interior negro em uma caixa plástica (tipo *container*) com desumidificador, permanecendo, tampada. Deste modo, ficaram protegidas contra luz e umidade que são fatores em potencial para danificá-las.

Procedimentos em laboratório

Espectrofotometria

As penas foram organizadas sobrepostas com a região dorsal voltada para o meio externo, simulando sua apresentação padrão no corpo da ave, para realização das análises. Os conjuntos de penas formados foram fixados com fita crepe a um papel camurça negro, que permite detectar e evitar influências de reflectância de fundo nas medidas.

A reflectância das penas foi mensurada com espectrofotômetro Ocean Optics USB4000 e fonte de luz de xenônio pulsante PX-2 (Ocean Optics, Dunedin, Florida). Este aparelho fornece iluminação no intervalo espectral UV ao visível de 250-750nm. Utilizou-se luz não-polarizada em todas as medições (Ocean Optics, Dunedin, Florida). Foram tomadas leituras em relação ao branco padrão de sulfato de bário WS-1-SS, que reflete 99% da luz incidente, e o negro do papel camurça a fim de calibrar o espectrofotômetro (Hegyí *et al.* 2007; Maia 2008) antes de cada medida.

Medidas de reflectância foram realizadas na geometria de 90° sobre a superfície da pena. Foi utilizado um cabo de fibra ótica bifurcado, com uma ponta ligada à fonte de luz e outra ao espectrofotômetro. A extremidade de leitura foi fixada a um suporte de metal escuro que bloqueava luz externa da área de medida. O cabo foi ajustado a 6mm da superfície da pena proporcionando medidas padronizadas de 2mm de área para cada leitura.

As mensurações espectrais foram feitas com o programa SpectraSuite (Ocean Optics, Dunedin, Florida), resultando em espectros no intervalo de 300-700nm. Esse intervalo possuía leituras de 0,3nm, as quais foram interpoladas para obter valores aproximados com escala contínua de 1nm.

Foram realizadas três medidas (Andersson & Prager 2006; Hastad & Odeen 2008) em pontos distintos das penas. Cada medida era expressa como a média de 50 leituras, as quais foram realizadas com o tempo de integração de 20 milissegundos e correção de boxcar de 30 (Cuthill 2006; Mullen & Pohland 2008). Os valores de reflectâncias espectrais foram reduzidos às médias aritméticas das três medidas para uso nas análises (McNaught & Owens 2002; Hastad & Odeen 2008).

Análise de dados

Os valores de reflectâncias espectrais de cada indivíduo de uma espécie foram agrupados para se obter a média de reflectância contida entre 340-380nm das espécies estudadas. Adotou-se o nível crítico de reflectância mínima de 5% para considerar a ocorrência significativa do fenômeno UV. Considerou-se, ainda, a diferença de reflectância de UV de 5% entre machos e fêmeas para ocorrência de dimorfismo críptico (Eaton & Lanyon 2003).

RESULTADOS

Durante o período de oito meses de trabalho o esforço amostral total foi de 80.056 h.m² (Tabela 1.1). Foram realizadas 186 leituras espectrofotométricas em três ordens (Columbiformes, Galbuliformes e Passeriformes), cinco famílias, seis espécies e 62 indivíduos (Tabela 1.2). Duas espécies (*Columbina talpacoti* e *Eucometis penicillata*) apresentaram coloração ultravioleta, e nenhuma apresentou dimorfismo críptico.

Tabela 1.1. Valores parciais do esforço amostral por área de estudo no Triângulo Mineiro.

Áreas	Esforço amostral (h.m ²)
Mata Semidecídua	50.985
Antrópica	14.056
Cerrado	15.015

Tabela 1.2. Análises espectrofotométricas de penas de machos (m) e fêmeas (f). Região coletada: cin = coberteiras infra-caudais, pei = peito e pil = píleo. M% = média de porcentagem de reflectância* e EP = erro padrão.

Taxa	Sexos	Regiões coletadas	M% ± EP _(UV 340-380nm)	Indivíduos analisados
Columbiformes				
COLUMBIDAE				
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	m	cin	6,10 ± 0,61	8
<i>C. talpacoti</i>	f	cin	4,85 ± 0,5	9
Galbuliformes				
GALBULIDAE				
<i>Galbula ruficauda</i> (Cuvier, 1816)	m	pei	4,19 ± 0,45	3
<i>G. ruficauda</i>	f	pei	4,18 ± 0,01	1

Passeriformes

PIPRIDAE

<i>Antilophia</i>	<i>galeata</i> m	pil	3,42 ± 0,55	14
-------------------	------------------	-----	-------------	----

(Lichtenstein, 1823)

Continua

Tabela 1.2. (continuação)

Taxa	Sexos	Regiões coletadas	M% ± EP_(UV 340-380nm)	Indivíduos analisados
<i>A. galeata</i>	f	pil	1,51 ± 0,18	11
THRAUPIDAE				
<i>Eucometis</i>	<i>penicillata</i> m	cin	6,69 ± 0,68	5
(Spix, 1825)				
<i>E. penicillata</i>	f	cin	5,96 ± 1,08	3
<i>Tangara</i>	<i>cayana</i> m	cin	1,76 ± 0,25	4
(Linnaeus, 1766)				
<i>T. cayana</i>	f	cin	2,80 ± 0,05	1
EMBEREZIDAE				
<i>Coryphospingus</i>	m	cin	2,76 ± 0,02	1
<i>cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)				
<i>C. cucullatus</i>	f	cin	2,55 ± 0,02	2

*ao haver apenas um indivíduo, a média se refere às três leituras espectrais.

DISCUSSÃO

O fenômeno UV ocorreu em *C. talpacoti* e *E. penicillata* em área (coberteira infracaudal) que não está relacionada diretamente com a seleção sexual. Hausmann *et al.* (2003) analisando 108 espécies de aves encontraram que cerca de 1/3 também possuem UV em áreas que não estão diretamente relacionadas com seleção sexual. O UV tem sido encontrado em maior frequência em caracteres sexuais secundários (Hausmann *et al.* 2003) e em penas coloridas e/ou brilhantes (Eaton & Lanyon 2003). Em *E. penicillata* o amarelo brilhante de sua pena parece ter contribuído para ocorrência de UV já que a região seria pouco indicada para ocorrência do fenômeno. Entretanto em *C. talpacoti* a probabilidade de encontrar UV seria ainda menor, já que foram analisadas penas pouco brilhantes ou com tons marrons (Hausmann *et al.* 2002, Eaton & Lanyon 2003).

A inexistência de dimorfismo críptico nas áreas analisadas em *C. talpacoti* e *E. penicillata* indica que as reflectâncias de UV são insuficientes para serem utilizadas como critério de seleção sexual. Elas fazem parte da coloração da plumagem dessas espécies, porém com função ainda desconhecida.

O soldadinho, *A. galeata*, não tem UV no píleo, mas possui outras características envolvidas na seleção sexual; como canto elaborado e plumagem conspícua (principalmente a cor vermelha do píleo). Algo semelhante ocorre em *Taeniopygia guttata* (Vieillot 1817) em que a característica predominante na seleção sexual é a coloração do bico e o canto (Hunt *et al.* 2001). Além disso, o UV se degrada no meio, mais rapidamente que o vermelho, à medida que aumenta a distância do observador; o que torna

o vermelho perceptível apenas a curtas distâncias (Lythgoe 1979; Andersson 1996).

Quanto a *G. ruficauda* é provável que o ângulo de mensuração não foi suficiente para detectar a ocorrência de UV. O mais indicado seria o ângulo de 45° (Cuthill 2006) ou, ainda, coletar penas em outras áreas do corpo da ave. Em *T. cayana* e *C. cuculattus* a inexistência de UV nas áreas analisadas confirma a deficiência de áreas indiretamente relacionadas com a seleção sexual e de cores opacas em refletir UV.

O papel na seleção sexual é um dos temas mais estudados dentre os aspectos funcionais do UV. A discussão se desenvolve sobre a possibilidade de que este sinal realmente atue como uma parte especial na comunicação sexual ou se é simplesmente uma porção da coloração da plumagem em geral (Guilford & Harvey 1998; Owens & Hartley 1998; Sheldon *et al.* 1999; Cuthill *et al.* 2000; Banks 2001; Hunt *et al.* 2001; Arnold *et al.* 2002; Stevens & Cuthill 2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M.; UMAÑA, A.M.; VILLAREAL, H. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- ANDERSSON, S. 1996. Bright ultraviolet colouration in the Asian whistling thrushes (*Myophonus* spp.). *Proc. Roc. Soc. Lond. B* 263: 843-848.
- ANDERSSON, S. 1999. Morphology of UV reflectance in a whistling-thrush: implications for the study of colour signaling in birds. *J. Avian Biology* 30: 193-204.
- ANDERSSON, S. & PRAGER, M. 2006. Quantifying colors. pp. 41-89. In: HILL, G.E. & MCGRAW, K.J. (eds) *Bird Coloration, Vol. I: Mechanisms and Measurements*. Harvard University Press. Cambridge.
- ARAÚJO, G.M.; NUNES, J.J.; ROSA, A.G. & RESENDE, E.J. 1997. Estrutura comunitária de vinte áreas de cerrado residuais no município de Uberlândia, MG. *Daphne* 7(2): 7-14.
- ARAÚJO, G.M. & HARIDASAN, M. 1997. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas em Uberlândia, Triângulo Mineiro. *Naturalia* 22: 115-129.
- ARNOLD, K.E.; OWENS, I.P.F. & MARSHALL, N.J. 2002. Fluorescent sexual signalling in parrots. *Science* 295: 92.
- BACCARO, C.A.D. 1990. Estudo dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em áreas de cerrado – Uberlândia, MG. *Tese de Doutorado*. Universidade de São Paulo. São Paulo.

- BANKS, A.N. 2001. For your eyes only? The role of UV in mate choice. *T. Ecol. Evol.* 16: 473-474.
- BARBOSA, J.M.; BUENO, R.M.; ROCHA, H.H.S.; REZENDE, D.M.; COSTA, M.V.C.V. 2006. Mudanças de paisagem e uso do solo na área rural de Sobradinho, Uberlândia, MG. *Caminhos de Geografia* 7(17): 180-191.
- BENNET, P.M. & OWENS, I.P.F. 2002. *Evolutionary ecology of birds: life histories, mtings systems and extinction*. Oxford University Press. Oxford.
- BIBBY, C.; JONES M. & MARSDEN, S. 1998. *Expedition Field Techniques: Bird Surveys*. Royal Geographical Society. London.
- BRAINARD, G.C.; BEACHAM, S.; SANFORD, B.E.; HANIFIN, J.P; STRELETZ, L. & SLINEY, D. 1999. Near ultraviolet radiation elicits visual evoked potentials in children. *Clinic. Neurophysiology* 110: 379-383.
- BURTT Jr., E.H. 1981. The adaptiveness of colors. *BioScience* 31: 723–729.
- CARMO, A.B. 2006. Efeito da fragmentação de hábitat sob espécies arbustivo-arbórea do cerrado *sensu stricto*, no município de Uberlândia, Minas Gerais. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.
- CBRO. 2008. Lista das aves do Brasil. 7ª ed. (05/10/2008). Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, Sociedade Brasileira de Ornitologia. Disponível online em <<http://www.cbro.org.br>>, acessada em [10-10-08].
- CHEN, D.; COLLINS, J.S. & GOLDSMITH, T.H. 1984. The ultraviolet receptor of bird retinas. *Science* 225: 337-340.

- COSTA, F.J.V. & MACEDO, R.H. 2005. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *An. Behaviour* 70: 1401-1409.
- CUTHILL, I.C.; PARTRIDGE, J.C.; BENNETT, A.T.D.; CHURCH, S.C.; HART, N.S. & HUNT, S. 2000. Ultraviolet vision in birds. *Adv. St. Behav.* 29: 159-214.
- CUTHILL, I.C. 2006. Color perception. pp. 3-40. *In: HILL, G.E. & McGRAW, K.J. (eds). Bird Coloration. Vol. I: Mechanisms and Measurements.* Harvard University Press. Cambridge.
- EATON, M.D. & LANYON, S.M. 2003. The ubiquity of avian ultraviolet plumage reflectance. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 270: 1721-1726.
- EMBRAPA, 1982. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. *Boletim de pesquisa* 1. Rio de Janeiro.
- EMBRAPA, 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos.* Brasília: Embrapa Produção de Informação. Embrapa Solos. Rio de Janeiro.
- ENDLER, J.A. & THÉRY, M. 1996. Interacting effects of lek placement, display behavior, ambient light, and colour patterns in three neotropical forest-dwelling birds. *Am. Nat.* 148: 421–452.
- FOX, D.L. 1976. *Animal biochromes and structural colours: physical chemical, distributional & physiological features of coloured bodies in the animal world.* 2nd ed. University of California Press. Berkeley.
- GOODWIN, T.W. 1984. *The biochemistry of the carotenoids. Vol. 2. Animals.* Chapman and Hall. London.

- GREENEWALT, C.H.; BRANDT, W. & FRIEL, D.D. 1960. Iridescent colours of hummingbird feathers. *Jour. Opt. Soc. America* 50: 1005-1016.
- GREYER, G.F.; KOLLURU, G.R. & NERISSIAN, K. 2004. Individual colour patches as multicomponent signals. *Biol. Rev.* 79: 583-610.
- GRIFFITH, S.C.; PARKER, T.H.; & OLSON, V.A. 2006. Melanin versus carotenoid-based sexual signals: is the difference really so black and red? *An. Behaviour* 71: 749-763.
- GUILFORD, T. & HARVEY, P.H. 1998. The purple patch. *Nature* 392: 867-868.
- HART, N.S. 2001. The visual ecology of avian photoreceptors. *Prog. Ret. Eye Res.* 20: 675-703.
- HASTAD, O. & ODEEN, A. 2008. Different ranking of avian colors predicted by modeling of retinal function in humans and birds. *Am. Nat.* 171(6): 831-838.
- HASSON, O. 1989. Amplifiers and the handicap principle in sexual selection: a different emphasis. *Proc. R. Soc. Lond. B* 234: 383-406.
- HAUSSMANN, F.; ARNOLD, K.E.; MARSHALL, N.J. & OWENS, I.P.F. 2003. Ultraviolet signals in birds are special. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 61-67.
- HEGYI, G.; SZIGETI, B.; TOROK, J. & EENS, M. 2007. Melanin, carotenoid and structural plumage ornaments: information content and role in great tits *Parus major*. *J. Avian Biol.* 38: 698-708.
- HUDON, J.; ANCIÃES, M.; BERTACCHE, V. & STRADI, R. 2007. Plumage carotenoids of the Pin-tailed Manakin (*Ilicura militaris*): evidence for the endogenous production of rhodoxanthin from a colour variant.

Comp. Bioch. Physiology Part B, Biochemistry & Molecular Biology
147(3): 402-411.

HUNT, S.; BENNETT, A.T.D.; CUTHILL, I.C. & GRIFFITHS, R. 1999.
Preferences for ultraviolet partners in the blue tit. *An. Behaviour* 58:
809-815.

HUNT, S.; CUTHILL, I.C.; BENNETT, A.T.D.; CHURCH, S.C. & PARTRIDGE,
J.C. 2001. Is the ultraviolet waveband a special communication
channel in avian mate choice? *J. Exp. Biol.* 204: 2499-2507.

JACOBS, G.H. 1992. Ultraviolet vision in vertebrates. *Am. Zoologist* 32: 544-
554.

KEYSER, A.J. & HILL, G.E. 1999. Condition-dependent variation in the blue-
ultraviolet colouration of a structurally based plumage ornament.
Proc. R. Soc. B 266: 771-777.

LYTHGOE, J.N. 1979. *The ecology of vision*. Oxford: Clarendon Press.

LUBBOCK, J. 1882. *Ants, bees, and wasps: a record of observations on the
habits of the social hymenoptera*. 2nd ed. Kegan Paul, Trench.
London.

MAIA, R. 2008. Coloração estrutural iridescente do tiziu (*Volatinia jacarina*,
Aves: Emberizidae): mecanismos de produção, variação e função.
Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília.

MACHADO, A.O. 2007. Variações florais e heterostilia em *Palicourea rigida*
(RUBIACEAE) nos Cerrados do Brasil Central. *Dissertação de
Mestrado*. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

- McNAUGHT, M.K. & OWENS, I.P.F. 2002. Interspecific variation in plumage colour among birds: species recognition or light environment? *J. Evol. Biol.* 15: 505-514.
- MOTTA, P.C. 2002. Butterflies from the Uberlândia region, central Brazil: species list and biological comments. *Braz. Jour. Biology* 62(1): 151-163.
- MULLEN, P. & POHLAND, G. 2008. Studies on UV reflection in feathers of some 1000 bird species: are UV-peaks in feathers correlated with VS/UVS cones? *Ibis* 150: 59-68.
- OLSON, V.A. & OWENS, I.P.F. 1998. Costly sexual signals: are carotenoids rare, risky or required? *T. Ecol. Evol.* 13: 510–514.
- OWENS, I.P.F. & HARTLEY, I.R. 1998. Sexual dimorphism in birds: why are there so many different forms of dimorphism? *Proc. R. Soc. Lond. B* 265: 397-407.
- RIZZINI, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2a. ed. Âmbito Cultural Edições LTDA. Rio de Janeiro.
- ROSA, R.; LIMA, S.C. & ASSUNÇÃO, W.L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. *Sociedade e Natureza* 3(5/6): 91-108.
- SHELDON, B.C.; ANDERSSON, S.; GRIFFITH, S.C.; ORNBORG, J. & SENDECKA, J. 1999. Ultraviolet colour variation influences blue tit sex ratios. *Nature* 402: 874-877.
- SIITARI, H.; HONKAVAARA, J.; HUHTA, E. & VIITALA, J. 2002. Ultraviolet reflection and female mate choice in the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *An. Behaviour* 63: 97-102.

- STARK, W.S.; WAGNER, R.H. & GILLESPIE, C.M. 1994. Ultraviolet sensitivity of three cone types in the aphakic observer determined by chromatic adaptation. *Vis. Res.* 34:1457-1459.
- STEVENS, M. & CUTHILL, I.C. 2007. Hidden messages: are ultraviolet signals a special channel in avian communication? *Bioscience* 57(6): 501-507.
- STRAUBE, F.C. & BIANCONI, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Separata Virtual de Chiroptera Neotropical* 8(1-2): 150-152.
- VOROBYEYEV, M. & OSORIO, D. 1998. Receptor noise as a determinant of colour thresholds. *Proc. R. Soc. Lond. B* 265: 351-358.

CAPÍTULO II*

ASSOCIAÇÃO ENTRE CONDIÇÃO NUTRICIONAL E COLORAÇÃO DA PLUMAGEM EM ANTILOPHIA GALEATA

Péricles Rocha da Silva e Celine de Melo

*capítulo submetido à *Revista Brasileira de Ornitologia*

ABSTRACT: Association between nutritional condition and plumage colouration in *Antilophia galeata*. Bird feathers exhibit colors that are important for intra- and inter-specific communication. These colours transmit information about sexual selection, predator/prey relations or to indicate the nutritional condition of the individual, besides other aspects. Information about the functionality of plumage colouration in Brazilian birds is practically nonexistent. This study had the following objectives (1) analyze the aspects of body condition of the *A. galeata* and relationships them with characteristics of its natural history; (2) verify if there is association between body condition and colouration of crown in adult males; and (3) to evaluation if the colouration amplifier specie's handicap. The methods involved a combination of field and laboratory activities. Birds were captured with mist-nets in a fragmented forest of Cerrado, in the in the municipality of Uberlândia (Minas Gerais State) from November 2007 to June 2008. In this period was mensured: The length of beak, wing, tarsus, tail and weight was measured and feathers were collected of the crown. The feather coloration was evaluated with spectrophotometric techniques. Crown brightness in *Antilophia galeata* showed a significant positive correlation with mass ($r = 0.59$; $P = 0.025$) and mass/tarsus index ($r = 0.62$; $P =$

0.017). This data demonstrated that males may advertise to their potential partners and co-specifics body condition and nutritional state.

KEY-WORDS: pigmentary coloration, sexual selection, spectrometry.

RESUMO - A plumagem das aves possui cores importantes para comunicação intra e interespecífica. As cores podem indicar a qualidade nutricional dos indivíduos e serem decisivas para seleção sexual. O conhecimento sobre a funcionalidade das cores da plumagem das aves brasileiras é praticamente inexistente. Este estudo teve o objetivo de (1) analisar os aspectos da condição corporal de *A. galeata* relacionando-os com características de sua história natural; (2) testar a relação entre coloração do píleo e condição corporal em machos adultos e (3) avaliar se a coloração amplifica o 'handicap' da espécie. As capturas foram realizadas com redes de neblina em um fragmento florestal de Cerrado, em Uberlândia-MG, entre novembro de 2007 e junho de 2008. Neste período foram mensurados: o comprimento do bico, asa, tarso, cauda e peso e penas foram coletadas do píleo. Os indivíduos tiveram a coloração de suas penas avaliadas com técnicas de espectrofotometria. O brilho do píleo de *A. galeata* demonstrou correlação positiva significativa com o peso ($r = 0,59$, $P = 0,025$) e com o índice massa/tarso ($r = 0,62$, $P = 0,017$). Isso indica que os machos podem sinalizar aos co-específicos e suas parceiras em potencial, qualidades como condição corporal e estado nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: coloração pigmentária, seleção sexual, espectrofotometria.

INTRODUÇÃO

O Soldadinho, *Antilophia galeata* (Lichtenstein, 1823), é um Pripídeo que possui dimorfismo sexual evidente: o macho adulto tem parte do dorso e píleo vermelhos, com o restante do corpo coberto por penas negras; a fêmea é verde olivácea. O macho subadulto possui o mecanismo de maturação de plumagem tardia (veja Senar 2004), e no primeiro ano de vida é semelhante à fêmea (Marini e Cavalcanti 1992, Marini 1992b). É uma espécie frugívora e endêmica do Cerrado. Habita o sub-bosque das matas de galeria e pode ser encontrada em bordas de mata (Sick 1997, Andrade e Marini 2001).

A seleção sexual e a aquisição de recursos parecem estar relacionadas em *A. galeata*. Segundo Andersson (1982, 1986) a expressão de caracteres sexuais secundários pode ser influenciada pela condição nutricional dos indivíduos. Os pigmentos carotenóides das penas podem ser interpretados como sinais da habilidade de forrageio de uma ave. As fêmeas podem utilizar esses sinais para escolher machos que gerem proles sadias (Endler 1980).

Recursos adquiridos, que possuam carotenóides, podem contribuir para expressão da coloração e manutenção do ornamento sexual conspícuo (handicap). A qualidade do sinal está diretamente relacionada com o custo do forrageamento (Zahavi 1975), este custo pode ser relativamente maior para os indivíduos de qualidade genética baixa (Johnstone e Grafen 1993).

Os objetivos deste estudo foram (1) testar a relação entre coloração do píleo e condição corporal em machos adultos a fim de avaliar se existe associação entre coloração e estado nutricional dos indivíduos e (2) avaliar se a coloração amplifica o 'handicap' da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo – O Estudo foi realizado na Fazenda Experimental do Glória (FEG) (18°52'S; 48°15'W) a 12 Km do centro de Uberlândia, Minas Gerais, cuja área total é de 685ha (Araújo e Haridasan 1997). O clima regional é do tipo Aw megatérmico com estações bem definidas: seca (maio a setembro) e úmida (outubro a abril). Conforme o sistema de classificação de Köppen. A precipitação anual e as médias diárias de temperatura oscilam em torno de 1550mm e 22°C, respectivamente (Rosa *et al.* 1991). As capturas e coleta de dados ocorreram em um fragmento de mata mesófila semidecídua de 30ha e uma área antropizada circundada por estrada e pastagem próximo a mata.

Métodos – As capturas das aves ocorreram mensalmente entre novembro de 2007 e junho de 2008. Utilizaram-se transectos lineares de redes de neblina do tipo ATX 'nylon' (14,0 x 3,0m malha de 36mm, 12,0 x 3,0m malha de 24mm e 6,0 x 2,5m malha de 24mm) (adaptado de Bibby *et al.* 1998, Álvarez *et al.* 2004). Trilhas foram abertas no interior da mata e trilhas pré-existentes foram utilizadas como transectos para a distribuição das redes no sub-bosque.

Coleta de penas - Cada indivíduo teve um conjunto de três penas retirado do púleo (veja Andersson e Prager 2006) com alicate de ponta romba. Posteriormente, as penas foram acondicionadas em sacos plásticos de interior negro e posteriormente em uma caixa plástica (tipo container) com desumidificador, permanecendo, tampada.

Condição corporal – Todos os indivíduos capturados foram marcados com anilhas metálicas alfa-numéricas (CEMAVE/ICMBio). Somente machos adultos com plumagem definitiva foram analisados. Foram medidos o comprimento do tarso direito, asa direita e cauda com paquímetro (0,05mm). Os indivíduos foram pesados com dinamômetros de 30 e 50g (Pesola[®]) (1,0g). Dos valores obtidos de peso e comprimento do tarso calculou-se o índice massa/tarso (Costa e Macedo 2005).

Espectrofotometria - As penas foram organizadas sobrepostas com a região dorsal voltada para o meio externo, para simular seu padrão no corpo da ave. Os conjuntos de penas formados foram fixados com fita adesiva na altura da raque em um papel camurça negro.

A reflectância das penas foi mensurada com espectrofotômetro Ocean Optics USB4000 e fonte de luz de xenônio pulsante PX-2 (Ocean Optics, Dunedin, Florida). Este aparelho fornece iluminação no intervalo espectral do UV ao visível de 250-750nm. Utilizou-se luz não-polarizada em todas as medições (Ocean Optics, Dunedin, Florida). Foram tomadas leituras em relação ao branco padrão de sulfato de bário WS-1-SS, que reflete 99% da luz incidente, e o negro do papel camurça a fim de calibrar o espectrofotômetro (Hegyí *et al.* 2008) antes de cada medida.

A reflectância foi aferida em um ângulo de 90° sobre a superfície da pena. Foi utilizado um cabo de fibra ótica bifurcado, com uma ponta ligada à fonte de luz e outra ao espectrofotômetro. A extremidade de leitura foi fixada a um suporte de metal escuro que bloqueava luz externa da área de medida. O

cabo foi ajustado a 6mm da superfície da pena proporcionando medidas padronizadas de 2mm de área para cada leitura.

As mensurações espectrais foram feitas com o programa SpectraSuite (Ocean Optics, Dunedin, Florida), resultando em espectros no intervalo de 300-700nm. Esse intervalo possuía leituras de 0,3nm, as quais foram interpoladas para obter valores aproximados com escala contínua de 1nm.

Foram realizadas três medidas (Andersson e Prager 2006, Hastad e Odeen 2008) em pontos distintos das penas. Cada medida era expressa como a média de 50 leituras, as quais foram realizadas com o tempo de integração de 20 milissegundos e correção de boxcar de 30 (Cuthill 2006, Mullen e Pohland 2008). Os valores de reflectâncias espectrais foram reduzidos às médias aritméticas das três medidas para uso nas análises (McNaught e Owens 2002, Hastad e Odeen 2008).

Características sexuais secundárias - Foi utilizado o intervalo de 320-700nm nas análises, baseado em evidências em que abaixo de 320nm existe uma queda abrupta na transmissão de luz aos olhos das aves (Goldsmith 1990), e 700nm é o limite superior para visão dos vertebrados (Jacobs 1981).

As propriedades espectrais de reflectância foram resumidas em estimativas de brilho, matiz e saturação. Foram utilizadas duas estimativas de

brilho, a reflectância total $R_T = \sum_{\lambda=320}^{\lambda=700} R_i$ calculada como a soma das porcentagens das reflectâncias espectrais médias, e a intensidade máxima de reflectância ($I = R_{\lambda_{max}}$). O comprimento de onda de máxima reflectância (λ_{max}) foi utilizado para caracterizar o matiz da cor. Calculou-se o contraste ($C = R_{\lambda_{max}}$

- $R_{\lambda\min}$), como a diferença das intensidades de reflectância máxima e mínima para obter-se uma medida de saturação da cor (Montgomerie 2006).

Análise dos resultados - Todas as análises que utilizaram estatística univariada tiveram o nível de significância $\alpha = 0,05$. Todas variáveis foram submetidas à verificação da normalidade pelo teste bicaudal de Kolmogorov-Smirnov (Liliefors). Foram feitas correlações de Pearson e Spearman. Em seguida foram observadas as linearidades das variáveis utilizando o 'software' Systat 10.2 (Systat 2002).

A multicolinearidade das características de condição corporal e espectrais da plumagem foram testadas com análises de correlação de Pearson ou Spearman bicaudal. Essa análise foi utilizada para evitar o uso de variáveis correlacionadas e verificar quais possuíam o maior poder de resposta em análises posteriores. As análises de correlação posteriores foram realizadas para testar a existência de associação entre coloração do píleo e estado nutricional dos indivíduos.

A qualidade dos indivíduos foi deduzida através do cálculo do índice resultante da divisão da medida de massa pela medida do tarso (Costa e Macedo 2005, Aguilar *et al.* 2008). Dessa forma, valores altos indicam indivíduos proporcionalmente mais pesados, e valores baixos indicam indivíduos proporcionalmente mais leves, independentemente do tamanho. Todas as análises de correlação foram efetuadas com o 'software' SPSS 7.5 (SPSS 1997).

RESULTADOS

Condição corporal - Foram analisados 14 indivíduos. Todos tiveram o tarso direito, asa direita e peso mensurados. O comprimento da cauda foi mensurado em 13 indivíduos. Houve correlação significativa entre tarso e cauda ($r = 0,55$, $P < 0,05$) e entre tarso e asa ($r = 0,68$, $P < 0,01$). Não houve correlações significativas entre as demais variáveis mensuradas (Tabela 2.1). Duas características demonstraram-se adequadas para estimar a condição corporal, massa corpórea (peso) e comprimento da asa.

Tabela 2.1. Correlações de Pearson (r) entre as características morfométricas. Características de condição corporal (Média \pm Desvio Padrão) de *A. galeata* mensurados na FEG, Uberlândia-MG.

Características corporais	Peso	Asa direita	Tarso direito	Cauda	M \pm DP	N
	r					
Peso (g)	—	-0,12	0,09	-0,11	22,06 \pm 1,81	14
Asa direita (mm)	—	—	0,68**	0,53	79,74 \pm 2,40	14
Tarso direito (mm)	—	—	—	0,55*	20,46 \pm 0,95	14
Cauda (mm)	—	—	—	—	68,39 \pm 4,27	13

*significativo com $P < 0,05$.

**significativo com $P < 0,01$.

Caracteres sexuais secundários - As medidas espectrais resultaram numa curva média de reflectância (Figura 2.1) com intensidade máxima total de reflectância de 11,52%, em que pôde ser observado o matiz vermelho, com pico de reflexão em 688,57nm. A intensidade máxima não ultrapassou os 5% entre 340-380nm. Não ocorreu o fenómeno UV (Eaton & Lanyon 2003) nesta cor.

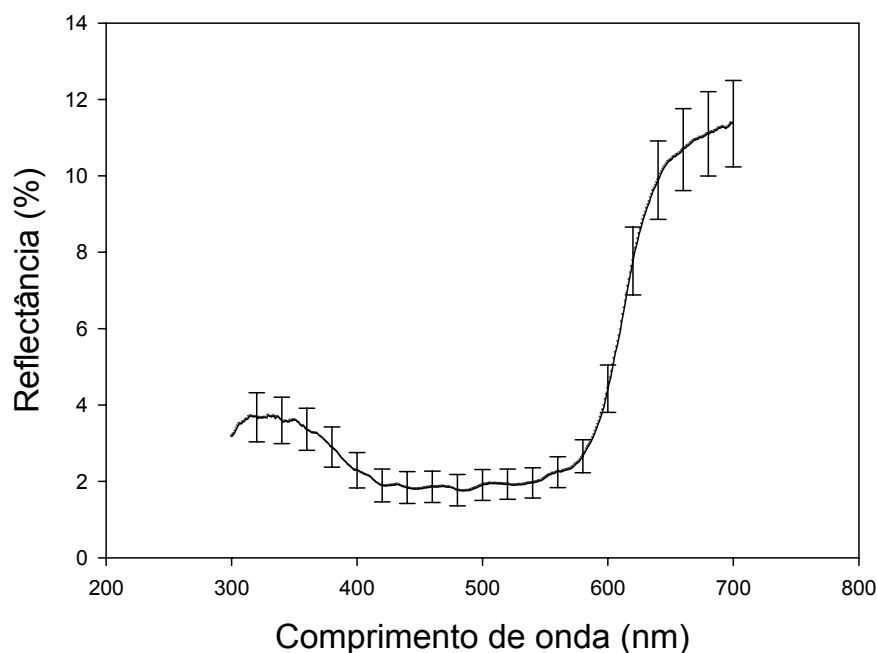


Figura 2.1. Espectro médio de reflectância de penas vermelhas do pileo de machos com plumagem adulta de *A. galeata*, medidos a 90° (N = 14, barras de erro representam intervalo de confiança de 95%).

As características espectrais (Tabela 2.2) de reflectância total e intensidade estiveram positiva e significativamente correlacionadas ($r = 0,91$, $P < 0,01$), e reflectância total e contraste ($r = 0,73$, $P < 0,01$). A relação entre contraste e intensidade também foi significativa ($r = 0,94$, $P < 0,01$), mas não

houve correlação entre essas variáveis e a cor. Será utilizada a intensidade como medida de coloração de *A. galeata* para as análises subseqüentes. Esta variável por apresentar associação mais forte entre as variáveis analisadas possui maior poder de resposta.

Tabela 2.2. Características espectrais (Média ± Desvio Padrão) de machos de *A. galeata* (N = 14) capturados na FEG. Correlações de Pearson (r) e Spearman (r_s) entre as características espectrais da plumagem.

	Intensidade	Contraste	Matiz	M ± DP
	r		r_s	
Reflectância total	0,91**	0,73**	0,36	1.652,21 ± 798,00
Intensidade	—	0,94**	0,11	11,52 ± 4,19
Matiz	—	-0,06	—	688,57 ± 11,66
Contraste	—	—	—	9,84 ± 3,30

**significativo com $P < 0,01$.

Relação entre condição corporal e intensidade da cor - Houve correlação positiva significativa ($r = 0,59$, $P = 0,025$) entre intensidade da cor e peso (Figura 2.2a) e intensidade da cor e índice massa/tarso ($r = 0,62$, $P = 0,017$) (Figura 2.2b) (Tabela 2.3).

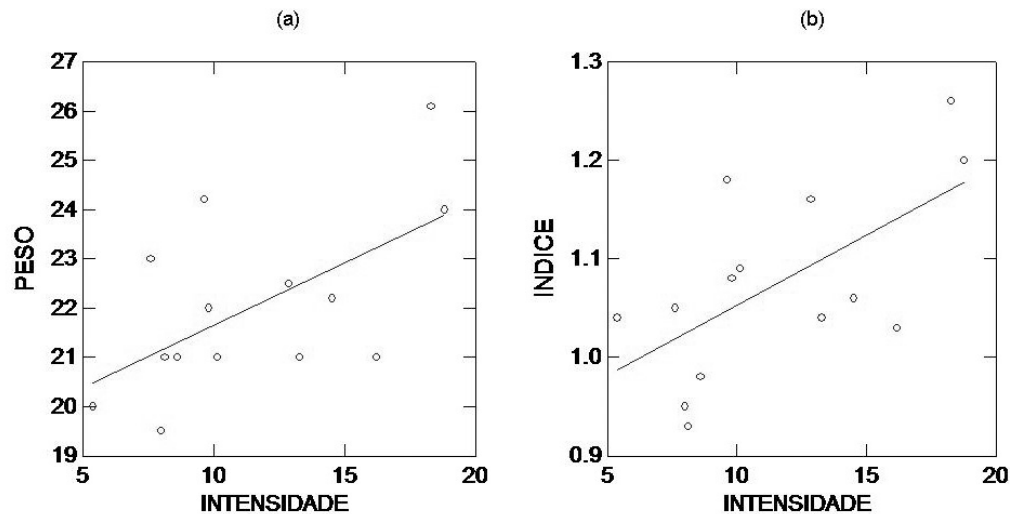


Figura 2.2. Correlação de Pearson entre a intensidade da cor vermelha do píleo e características corporais de *A. galeata* em Uberlândia-MG. (a) Correlação entre peso e intensidade (%) do vermelho ($r = 0,59$, $P = 0,025$); (b) Correlação entre o índice massa/tarso e intensidade (%) do vermelho ($r = 0,62$, $P = 0,017$).

Tabela 2.3. Correlações de Pearson (r) entre condições corporais e intensidade da cor vermelha de *A. galeata* ($N = 14$).

Condições corporais	r	p
Peso	0,59*	0,025
Asa direita	0,07	0,812
Tarso direito	-0,1	0,732
Cauda	-0,36	0,216
Índice massa/tarso	0,62**	0,017

*significativo com $P < 0,05$.

**significativo com $P < 0,01$.

DISCUSSÃO

Características sexuais secundárias - A cor vermelha do píleo de *A. galeata* é originária de pigmentos carotenóides adquiridos na alimentação. A intensidade dessa cor aumenta com a quantidade de carotenóides em sua dieta e pode refletir a habilidade dos machos de encontrarem alimentos. Os organismos que sintetizam os carotenóides são plantas, bactérias e fungos (Olson e Owens 1998) o que sugere sua aquisição em frutos, os quais compõem a maior parte da dieta de *A. galeata* (Marini 1992a, Melo *et al.* 2003).

Esse pigmento geralmente está associado a partes do corpo que expressam dimorfismo sexual (Olson e Owens 1998). O dimorfismo sexual da espécie tem em sua coloração um dos principais fatores de conspicuidade fenotípica. Cores invisíveis aos humanos, como o ultravioleta, poderiam atuar realçando este dimorfismo (Stevens e Cuthill 2007). Entretanto, o valor médio de UV encontrado no vermelho de *A. galeata* parece não contribuir para realçar sua cor, uma vez que esta cor seria perceptível, às aves, em valores acima de 5% de reflectância (Eaton e Lanyon 2003).

A porção negra do corpo do macho pode fornecer informações complementares sobre como a espécie utiliza as cores na comunicação intra e inter-específica. Contudo, cores carotenóides são mais sensíveis para indicar qualidade individual que cores melânicas como o negro (Badyaev e Hill 2000). O negro pode ser expresso à medida que o indivíduo alcança a maturação sexual. Marini (1992b) pesquisou o comportamento reprodutivo da espécie e observou que em áreas onde tem sobreposição de ocorrência e indivíduos, os machos com plumagem definitiva (negra e vermelha) perseguiram indivíduos com fenótipo semelhante e raramente perseguiram indivíduos verdes.

Encontros agonísticos são importantes para jovens e subadultos, pois desencadeiam a maturação sexual estimulando a produção de testosterona e conseqüentemente a síntese de melanina (Senar 2004) que é responsável pela plumagem negra de *A. galeata*.

Em machos com plumagem definitiva o ornamento conspícuo provavelmente resulta da atuação da seleção sexual. Esta força seletora atua como resultado do comportamento de fêmeas que selecionam os machos com características sexuais secundárias extremas (Pomiankowsky 1987, Futuyma 1992).

McGraw e Hill (2000) e Senar *et al.* (2003) comprovaram que ornamentos com cores carotenóides estão correlacionados com condição corporal. Portanto servem como sinalizadores de qualidade à fêmea.

Relação entre condição corporal e intensidade da cor - Os resultados demonstraram que a sinalização sexual em *A. galeata* é dispendiosa e está associada à condição corporal. Os machos com coloração mais intensa e maior índice massa/tarso, que seus co-específicos, sinalizam que estão bem nutridos. Essa mesma relação foi encontrada quando utilizado o peso, porém em menor proporção indicando que o índice massa/tarso possui melhor poder de resposta.

Deste modo, os dados evidenciam uma relação entre um caractere sexual secundário de *A. galeata* e um aspecto morfológico dos machos que pode ser indicativo de condição. Segundo Fitzpatrick (1998) está bem estabelecido o potencial das cores amarelo e vermelho para indicar a qualidade individual durante a escolha de parceiros nas aves. Estas cores têm sido

pesquisadas quanto à intensidade ou extensão da área colorida e os resultados demonstram correlação com a dieta, saúde e resistência a parasitas, viabilidade e cuidado parental (veja Fitzpatrick 1998).

O fenótipo que o macho de *A. galeata* possui informações sobre sua qualidade também poderiam ser transmitidas pelo tamanho das penas do píleo ou da área coberta pela cor vermelha. O adorno e a intensidade do brilho do vermelho provavelmente atuam como um amplificador (Hasson 1989, 1997) da informação transmitida. Isso torna o indivíduo mais perceptível, além de demandar mais energia para mantê-lo e assim mais susceptível a predação.

Amplificar um 'handicap' é dispendioso, assim como amplificar as propriedades de características que indicam qualidade (Grether *et al.* 2004). Somente indivíduos em condição ótima são capazes de investir recursos na produção de características sexuais secundárias (Costa e Macedo 2005) como a cor, que transmitem informações verdadeiras da qualidade dos machos envolvendo custos de produção e manutenção (Kodric-Brown e Brown 1984). Indivíduos com menor qualidade genética encontram-se em desvantagem competitiva e tem baixa viabilidade de permanência no ambiente (Zahavi 1975, Nur e Hasson 1984, Pomiankowski 1987, Iwasa *et al.* 1991). Por outro lado, a intensidade da plumagem pode transmitir sinais aos predadores sobre a qualidade individual. A coloração de qualidade pode atuar a favor de *A. galeata* reduzindo sua taxa de predação (Gotmark 1995, 1997) devido o predador reconhecer presas com cores de qualidade como inadequadas (Lyon e Montgomerie 1985). Por exemplo, indivíduos de *A. galeata* que expressam baixa intensidade de vermelho poderiam sinalizar a uma ave de rapina que é

uma presa fácil quando comparada àquela com intensidade maior (e.g. Hastad e Odeen 2008).

Em *A. galeata*, a fêmea pode selecionar os machos avaliando a intensidade da cor vermelha do píleo. Esta característica está associada com o estado nutricional dos machos e permite a avaliação de quais indivíduos serão parceiros de qualidade. Estudos futuros poderão complementar o exposto aqui, verificando se existe relação de dependência entre a quantidade de recurso e qualidade da coloração de *A. galeata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, T. M., R. Maia, E. S. A. Santos e R. H. Macedo (2008) Parasite levels in blue-black grassquits correlate with male displays but not female mate choice. *Behav. Ecol.* 19: 292-301.
- Álvarez, M., S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina, A. M. Umaña e H. Villareal (2004) *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Andersson, M. (1982) Sexual selection, natural selection and quality advertisement. *Biol. J. Linn. Soc.* 17: 375-393.
- Andersson, M. (1986) Evolution of condition-dependent sex ornaments and mating preferences: sexual selection based on viability differences. *Evolution* 40(4): 804-816.
- Andersson, S. e M. Prager (2006) Quantifying colors, p. 41-89. Em: G. E. Hill e K. J. McGraw, (eds.) *Bird Coloration, Vol. I: Mechanisms and Measurements*. Cambridge: Harvard University Press.
- Andrade, R. D. e M. A. Marini (2001) Bird movement between natural forest patches in southeast Brazil, p. 125-136. Em: J. L. B. Albuquerque, J. F. Cândido Jr., F. C. Straube e A. L. Roos (eds.). *Ornitologia e conservação – Da ciência às estratégias*. Tubarão: Unisul.
- Araújo, G. M. e M. Haridasan (1997) Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas em Uberlândia, Triângulo Mineiro. *Naturalia* 22: 115-129.

- Badyaev, A. V. e G. E. Hill (2000) Evolution of sexual dichromatism: contribution of carotenoid versus melanin-based coloration. *Biol. J. Linn. Soc.* 69: 153-172.
- Bibby, C., N. D. Burgess e D. A. Hill (1993) *Bird census techniques*. London: Academy Press.
- Costa, F. J. V. e R. H. Macedo (2005) Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. *An. Behaviour* 70: 1401-1409.
- Cuthill, I. C. (2006) Color perception, p. 3-40. Em: G. E. Hill e K. J. McGraw (eds.) *Bird Coloration, Vol. I: Mechanisms and Measurements*. Cambridge: Harvard University Press.
- Eaton, M. D. e S. M. Lanyon (2003) The ubiquity of avian ultraviolet plumage reflectance. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 270: 1721-1726.
- Endler, J. A. (1980) Natural selection on colour patterns in *Poecilia reticulata*. *Evolution* 34: 76-91.
- Fitzpatrick, S. (1998) Colour schemes for birds: structural coloration and signals of quality in feathers. *Ann. Zool. Fenic.* 35: 67-77.
- Futuyma, D. J. (1992) *Biologia evolutiva*. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética.
- Goldsmith, T. H. (1990) Optimization, constraint, and history in the evolution of eyes. *Q. Rev. Biol.* 65: 281-322.
- Gotmark, F. (1995) Black-and-white plumage in male pied flycatchers (*Ficedula hypoleuca*) reduces the risk of predation from sparrowhawks (*Accipiter nisus*) during the breeding season. *Behav. Ecol.* 6: 22-26.

- Gotmark, F. (1997) Bright plumage in the magpie: does it increase or reduce the risk of predation? *Behav. Ecol.* 40: 41-49.
- Grether, G. F., G. R. Kollur e K. Nersissian (2004) Individual colour patches as multicomponent signals. *Biol. Rev.* 79: 583-610.
- Hasson, O. (1989) Amplifiers and the handicap principle in sexual selection: a different emphasis. *Proc. R. Soc. Lond. B* 234: 383-406.
- Hasson, O. (1997) Towards a general theory of biological signaling. *J. Th. Biol.* 185: 139-156.
- Hastad, O. e A. Odeen (2008) Different ranking of avian colors predicted by modeling of retinal function in humans and birds. *Am. Nat.* 171(6): 831-838.
- Hegyi, G., B. Rosivall, E. Szollosi, R. Hargitai, M. Eens e J. Torok (2008) Phenotypic plasticity in conspicuous female plumage trait: information content and mating patterns. *An. Behav.* 75: 977-989.
- Jacobs, G. H. (1981) *Comparative color vision*. New York: Academic Press.
- Johnstone, R. A. e A. Grafen (1993) Dishonest and the handicap principle. *An. Behav.* 46: 759-764.
- Kodric-Brown, A. e J. H. Brown (1984) Truth in advertising the kinds of traits favored by sexual selection. *Am. Nat.* 124: 309-323.
- Lyon, B. E. e R. D. Montgomerie (1985) Conspicuous plumage of birds: sexual selection or unprofitable prey? *An. Behav.* 33: 1038-1040.
- Marini, M. A. (1992a) Foraging behavior and diet of the Helmeted Manakin. *Condor* 94: 151-158.
- Marini, M. A. (1992b) Notes on the breeding and reproductive biology of the Helmeted Manakin. *Willson Bull.* 104(1): 168-173.

- Marini, M. A. e R. B. Cavalcanti (1992) Mating system of the Helmetd Manakin (*Antilophia galeata*) in Central Brazil. *Auk* 109(4): 911-913.
- McGraw, K. J. e G. E. Hill (2000) Differential effects of endoparasitism on the expression of carotenoid and melanin-based ornamental colouration. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 267: 1525-1531.
- McNaught, M. K. e I. P. F. Owens (2002) Inter-specific variation in plumage colour among birds: species recognition or light environment? *J. Evol. Biol.* 15: 505-514.
- Melo, C., E. C. Bento e P. E. Oliveira (2003) Frugivory and dispersal of *Faramea cyanea* (RUBIACEAE) in cerrado woody plant formations. *Braz. J. Biol.* 63(1): 75-82.
- Montgomerie, R. (2006) Analyzing colors, p. 90-147. Em: Hill, G. E. & K. J. McGraw (eds). *Bird Coloration, Vol. I: Mechanisms and Measurements*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mullen, P. e G. Pohland (2008) Studies on UV reflection in feathers of some 1000 bird species: are UV-peaks in feathers correlated with VS/UVS cones? *Ibis* 150: 59-68.
- Nur, N. e O. Hasson (1984) Phenotypic plasticity and the handicap principle. *J. Th. Biol.* 110: 275-297.
- Olson, V. A. e I. P. F. Owens (1998) Costly sexual signals: are carotenoids rare, risky or required? *T. Ecol. Evol.* 13: 510-514.
- Pomiankowski, A. (1987) The handicap principle does work – sometimes. *Proc. R. Soc. Lond. B* 231: 123-145.

- Rosa R., S. C. Lima e W. L. Assunção (1991) Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. *Sociedade e Natureza* 3(5/6): 91-108.
- Senar, J. C., J. Figuerola e J. Domenech (2003) Plumage colouration and nutritional condition in the great tit *Parus major*: the roles of carotenoids and melanins differ. *Naturwiss* 90: 234-237.
- Senar, J. C. (2004) *Mucho más que plumas*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- SPSS (1997) SPSS advanced statistics 7.5. SPSS. USA.
- Stevens, M. e I. C. Cuthill (2007) Hidden messages: are ultraviolet signals a special channel in avian communication? *Bioscience* 57(6): 501-507.
- SYSTAT (2002) SYSTAT 10.2. SYSTAT Software Inc.
- Zahavi, A. (1975) Mate selection – a selection for a handicap. *J. Th.. Biol.* 53: 205-214.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo forneceu dados inéditos sobre a ocorrência de UV em penas de aves em Uberlândia. As diferenças de reflectância encontradas entre machos e fêmeas indicam que há ausência de dimorfismo críptico para as áreas analisadas. Os valores de reflectância encontrados não foram suficientes para considerar que as espécies possam utilizar o UV como critério de escolha na seleção sexual. Porém não se descarta a hipótese de que o dimorfismo críptico ocorra em outras áreas não analisadas por este estudo.

Em *A. galeata* as proporções de UV não foram suficientes para considerar a ocorrência do fenômeno. Nesta espécie a fêmea pode selecionar os machos avaliando a intensidade da cor vermelha do píleo. Esta característica está associada com o estado nutricional dos machos e permite que a fêmea avalie quais indivíduos serão parceiros de qualidade.

As informações geradas por este estudo são básicas e pioneiras em termos de características de coloração da plumagem de aves em Uberlândia. Estudos futuros poderão complementar o exposto aqui, verificando um número maior de áreas nos indivíduos uma vez que o UV pode ocorrer em apenas algumas áreas na ave e, ainda se existe relação de dependência entre a quantidade de recurso e qualidade da coloração de *A. galeata*.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)