



UNIVERSIDADE ESTADUAL  
PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - RIO CLARO



---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ZOOLOGIA

---

**A variação dos parâmetros hematológicos do sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*) ao longo de um ciclo anual**

**Ivan Celso Carvalho Provinciato**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, como parte dos requisitos para para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia)

**IVAN CELSO CARVALHO PROVINCATO**

A variação dos parâmetros hematológicos do sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*) ao longo de um ciclo anual

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo Pereira da Cruz Neto

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, como parte dos requisitos para para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia)

Rio Claro  
2018

P969v      Provinciato, Ivan Celso Carvalho  
A variação dos parâmetros hematológicos do  
sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*) ao longo de um ciclo  
anual / Ivan Celso Carvalho Provinciato. -- Rio Claro,  
2018  
37 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
(Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro  
Orientador: Arioaldo Pereira da Cruz Neto

1. *Turdus leucomelas*. 2. Fisiologia. 3. Hematócrito. 4.  
Concentração de Hemoglobina. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do  
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** A variação dos parâmetros hematológicos do sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*) ao longo de um ciclo anual.

**AUTOR: IVAN CELSO CARVALHO PROVINCATO**

**ORIENTADOR: ARIIVALDO PEREIRA DA CRUZ NETO**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ARIIVALDO PEREIRA DA CRUZ NETO  
Departamento de Zoologia / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Prof. Dr. DENIS OTAVIO VIEIRA DE ANDRADE  
Departamento de Zoologia / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

  
Prof. Dr. CESAR CESTARI  
Pós-doutorando do Departamento de Zoologia / Instituto de Biociências de Rio Claro/SP

Rio Claro, 14 de maio de 2018

**Agent Smith:** I'd like to share a revelation that I've had during my time here. It came to me when I tried to classify your species and I realized that you're not actually mammals. Every mammal on this planet instinctively develops a natural equilibrium with the surrounding environment but you humans do not. You move to an area and you multiply and multiply until every natural resource is consumed and the only way you can survive is to spread to another area. There is another organism on this planet that follows the same pattern. Do you know what it is? A virus. Human beings are a disease, a cancer of this planet. You're a plague and we are the cure.

- *The Matrix*

**Merovingian:** Choice is an illusion created between those with power and those without.

- *Matrix Reloaded*

**Agent Smith:** Why, Mr. Anderson? Why, why? Why do you do it? Why, why get up? Why keep fighting? Do you believe you're fighting... for something? For more than your survival? Can you tell me what it is? Do you even know? Is it freedom? Or truth? Perhaps peace? Could it be for love? Illusions, Mr. Anderson. Vagaries of perception. Temporary constructs of a feeble human intellect trying desperately to justify an existence that is without meaning or purpose. And all of them as artificial as the Matrix itself, although... only a human mind could invent something as insipid as love. You must be able to see it, Mr. Anderson. You must know it by now. You can't win. It's pointless to keep fighting. Why, Mr. Anderson? Why? Why do you persist?

**Neo:** Because I choose to.

- *Matrix Revolutions*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Célia Ap. Legaspe Carvalho Provinciato e Adelson Carlos Provinciato, minha namorada Carolina Dias da Silva e dona Irene Fujimura, por toda ajuda ao longo do processo.

À minha avó, Prazeres Legaspe Carvalho. Sem a senhora, hoje eu não estaria aqui.

À todos que me ajudaram em minhas coletas de campo.

Ao CEAPLA (Centro de Análise e Planejamento Ambiental) pelo fornecimento de dados que foram essenciais para a conclusão do trabalho

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo FAPESP 2014/16320-7- Impacts of climate/environmental change on the fauna: an integrative approach), pelo financiamento do projeto.

## RESUMO

O ciclo de vida das aves, assim como o da maioria dos vertebrados, é composto de uma sequência progressiva e unidirecional de estágios, como a reprodução e as mudas de penas de voo, denominados Estágios de História de Vida (EHV), moldados ao longo de milhões de anos e que visam manter a homeostase, condições corporais e, em última análise, proporcionar a sobrevivência do organismo. Do ponto de vista fisiológico, parâmetros como Hematócrito (Htc), Concentração de Hemoglobina (Hb), Concentração Média Corpuscular de Hemoglobina (CMCH) bem como a Razão de Heterófilos/Linfócitos (Razão H/L) são utilizados para compreender quais mudanças entre cada um dos diferentes EHV são necessárias para se manter a homeostase do organismo. Esses parâmetros foram semanalmente coletados de uma população de uma espécie de ave muito comum no ambiente urbano, o sabiá – barranco (*Turdus leucomelas*) ao longo de todo um ano na Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, visando entender principalmente as mudanças que ocorrem no período de muda de penas de voo, na reprodução e nos meses entre esses dois períodos. Ao todo foram capturados 81 indivíduos, sendo 50 machos e 31 fêmeas. A condição corporal da população não variou ao longo do ano. Os valores de Htc e Hb foram maiores no início da reprodução, indicando um aumento do metabolismo e da capacidade de transporte de oxigênio no período de potencial maior gasto energético do ano. Esses valores, bem como os valores de CMCH diminuíram ao longo do período reprodutivo, atingindo os menores índices entre o final da reprodução e início do período de muda de penas, podendo ser um indicativo de diminuição gradativa de gasto energético ao longo da reprodução. Além disso, os valores da Razão H/L foram maiores ao final da reprodução, podendo ser um indício de que o período reprodutivo seja o potencialmente o EHV mais estressante ao longo do ano.

**Palavras-chaves:** Sabiás (*Turdus*). Hematócrito. Concentração de Hemoglobina. Ciclo Anual.

## ABSTRACT

The avian life cycle, as well as in other vertebrates, is composed by a progressive and unidirectional stage sequences such as reproduction and molt, called Life History Stages (LHS). Each LHS was shaped over millions of years, contributing to maintain the homeostasis and body condition, allowing the organism to survive under certain predictable situations. From the physiological point of view, parameters such Hematocrit (Hct), Hemoglobin Concentration (Hb), Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) and Heterophil to Lymphocytes ratio (H/L ratio) are used to understand and comprehend which changes in each LHS are necessary to maintain the homeostasis. These parameters were collected every week over a year from a population of a very common bird species in urban environments, the Pale – Breasted Thrush (*Turdus leucomelas*), living in the Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. The main objective was to understand which changes occurs during and between specific LHS such as molt, reproduction and the months between these two events. Overall, 81 thrushes were captured (50 males and 31 females). The population's body condition did not change over the year. Hct and Hb were higher during the onset of the reproduction, showing an increase in the metabolism and in the oxygen transport capability, probably because the higher energy expenditure during this period of the year. Hct, Hb and MCHC decreased over the reproduction and the lowest values were obtained at the end of this season and during the molt. Furthermore, the H/L ratio values were higher in the end of the reproduction, an indicative that this LHS could be the most stressful period of the year to this population.

**Keywords:** Thrush (*Turdus*). Hematocrit. Hemoglobin Concentration. Annual Cycle.



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1 Área de estudo e captura dos animais.....	13
2.2 Quantificação de parâmetros hematológicos.....	14
2.3 Manuseio e análise dos dados.....	15
3 RESULTADOS.....	18
4 DISCUSSÃO.....	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

## 1 INTRODUÇÃO

O ciclo de vida das aves, assim como o da maioria dos vertebrados, é composto de uma sequência progressiva e unidirecional de estágios (Estágios de História de Vida, EHV - Dawson, 2008). Após atingirem a fase adulta, o EHV em aves compreende os períodos associados como muda de penas de voo, períodos que antecedem o início da reprodução e também os associados com o evento reprodutivo propriamente dito (estabelecimento de territórios, pareamento de casais, construção de ninhos, oviposição e cuidados parentais).

Diferentes EHV foram moldados ao longo de milhões de anos de evolução (Jacobs e Wingfield, 2000) e, portanto, são facilmente estimulados a iniciar e finalizar de acordo com mudanças ambientais que seguem um padrão anual, como alterações na temperatura média diária (mais previsível nas zonas temperadas) bem como pequenas diferenças no fotoperíodo e na abundância de alimentos (possível prever em praticamente qualquer latitude) (Dawson, 2008).

Alternar entre diferentes EHV visa, em última análise, manter a homeostase do organismo, independentemente das mudanças intrínsecas e extrínsecas já esperadas que ocorrerão em cada um desses períodos. A capacidade de manter a estabilidade homeostática através destas mudanças leva o nome de alostase (Mcewen e Wingfield, 2002) e a habilidade de um animal se preparar para esses eventos é chamada de capacidade alostática, que por sua vez está diretamente atrelada à energia disponível no meio para este indivíduo (Wingfield, 2005).

Eventos inesperados, como tempestades, aumento no número de predadores e baixa disponibilidade de alimento podem ocorrer em qualquer época do ano e um ajuste comportamental e fisiológico deve acontecer, de maneira rápida, para que o animal consiga sobreviver (Jacobs e Wingfield, 2000). Se esse evento for duradouro e/ou severo, é desencadeado um estágio emergencial de história de vida (Wingfield, 2005), no qual o indivíduo pode mudar seus parâmetros fisiológicos e comportamentais, em relação àqueles comumente previstos para aquela época do ano (Wingfield, 2005). Em um cenário onde esses efeitos não sejam duradouros, é esperado que os animais mantenham a alostase e suas condições corporais, independentemente do EHV. Em aves, a condição corporal como reserva energética em forma de gordura pode ser facilmente acessada através da massa muscular, um indicador tão bom, ou mesmo melhor, de condição do que qualquer outro índice corporal (Labocha e Hayes, 2012).

Visando manter a alostase, cada EHV foi evolutivamente selecionado para ocorrer na melhor época do ano e na melhor sequência possível (Dawson, 2008). Um bom exemplo é o período de maior oviposição em aves, que ocorrerá geralmente nos períodos mais quentes, chuvosos e com maior abundância de alimentos (Sharp, 1996; Sick, 1997), ao passo que a muda de penas geralmente ocorre após a reprodução, onde os alimentos são ainda abundantes no meio (Bugoni et al. 2012) e, por serem dois eventos energeticamente custosos, tendem a não se sobrepor (Morton et al. 1969; Murphy e King 1992; Newton e Rothery, 2005).

Do ponto de vista fisiológico, diversos estudos vêm utilizando alguns parâmetros hematológicos para determinar como aves mantêm a homeostase durante diferentes EHV. Parâmetros ligados aos eritrócitos, como o Hematócrito (Htc) e a Concentração de Hemoglobina (Hb) são rotineiramente utilizados como indicadores de condição física (Fair et al. 2007; Minias, 2015). Além disso, um parâmetro ligado aos leucócitos, a Razão de Heterófilos/Linfócitos (Razão H/L), é comumente utilizada como um indicador de estresse (Davis et al. 2008).

O Htc, além de ser um indicativo da capacidade de transporte de oxigênio de um organismo (Dawson e Bortolotti, 1997; Saino et al. 1996) é utilizado como indicador de saúde e condição física em vários estudos com aves (Johnstone et al. 2015; Fair et al. 2007), considerado também um índice de atividade metabólica (Carpenter, 1975). Alguns estudos mostraram que maiores valores, que indicariam melhor condição física, estão associados à períodos de maior gasto energético, como durante a migração (Kern et al. 1979; Morton, 1994; Landys-Ciannelli, 2002) e reprodução (Hatch & Smith, 2010; Horak et al. 1998). Entretanto, apresenta pouca robustez quando utilizado sozinho devido às inúmeras variáveis que podem afetá-lo (Fair et al. 2007). A Hb é considerada o mais importante indicativo da capacidade de transporte de oxigênio em vertebrados (Minias, 2015), sendo que maiores concentrações indicam uma melhor capacidade aeróbica (Minias, 2015), podendo em conjunto com o Htc dar uma ideia mais robusta da atividade metabólica de um indivíduo.

Com esses dois parâmetros, é possível calcular a Concentração Média Corpuscular de Hemoglobina (CMCH), um indicativo da quantidade de hemoglobina presente por eritrócito, sendo que maiores valores indicam uma maior capacidade de transporte de oxigênio (Smith, 2000). Htc e a Hb estão baseadas em diferentes princípios biológicos: o primeiro na citologia das células (formato dos eritrócitos) e concentração do plasma, enquanto a segunda na bioquímica das células (Banbura et al. 2007). Portanto, algumas variáveis podem afetar em proporções distintas esses dois parâmetros e, dessa forma, o cálculo de CMCH pode indicar possíveis desordens no organismo, como anemia (Clark et al. 2009).

A razão H/L é utilizada como um possível meio de se calcular estresse em aves e vem se tornando popular nos últimos anos (Davis et al. 2008). Vários estudos com aves, principalmente feitos em cativeiro com espécies de interesse comercial (Gross e Siegel, 1983, Mcfarlane et al. 1989; Tamzil et al. 2013; Tamzil et al. 2014), demonstraram que hormônios associados ao estresse vão induzir à mudanças no número absoluto e na proporção de leucócitos na corrente sanguínea, aumentando a porcentagem de heterófilos e diminuindo a de linfócitos (Dhabhar, 2002; Davis et al. 2008). Entretanto, infecções e doenças também podem causar um rearranjo na proporção de leucócitos na corrente sanguínea, ocorrendo principalmente o aumento dos heterófilos (que aumentam de maneira bastante rápida, por serem células fagocitárias que fazem parte da defesa primária do organismo) e diminuição dos linfócitos (Davis et al. 2008).

Padrões encontrados em estudos mostram que durante o inverno em ambientes temperados é esperado um aumento no Htc e na Hb (Carey E Morton, 1976; Fair et al. 2007; Kern et al. 1979; Powell et al. 2013). Outros mostram que o Htc e a Hb aumentam pouco antes da reprodução (Krause et al. 2016; Morton, 1994; Pap et al. 2010), mantendo o animal no auge de suas condições físicas para suportar o período de potencial maior gasto energético (Krause et al. 2016). Ao longo do período, os valores diminuem (Fair et al. 2007; Pap et al. 2010). Além disso, são esperadas diferenças entre machos e fêmeas, devido à diferenças hormonais (Kern et al. 1972; Williams et al. 2004) e comportamentais (se a espécie apresentar; Wagner et al. 2008; Willie et al. 2010, Milenkaya et al. 2013) durante o período.

Apesar de ser um evento energeticamente bastante custoso (Dawson, 2008), a muda de penas geralmente registra os menores valores anuais de Htc e Hb (Fair et al. 2007; Pap et al. 2010; Chilgren e Degraw, 1977; Lobato et al. 2011; Minias, 2015), provavelmente pela maior dificuldade de deslocamento e tendência das aves se manterem menos ativas nesse período. Ademais, em situações potencialmente estressantes, como durante o período reprodutivo (Jakubas et al. 2011; Norte et al. 2009), durante o período de muda de penas (Sanz et al. 2004) ou em ambientes muito frios (Krams et al. 2011), bem como em populações de indivíduos com altas taxas de infecção (Lobato et al. 2011; Sebaio et al. 2010) foram observados aumentos da razão H/L.

Inúmeros estudos analisaram as diferenças no Htc, Hb e da razão H/L considerando o período reprodutivo como sendo um evento homogêneo (Hegemann et al. 2012; Jakubas et al. 2011; Pap et al. 2010; Powell et al. 2013; Owen e Moore, 2006). Outros, analisaram dividindo o período em sub-períodos, não considerando diferenças entre os sexos (Kasprazak et al. 2006; Vleck et al. 2000; Wojczulanis-Jakubas et al. 2015), enquanto outros tiveram uma análise mais

refinada, observando passo a passo os casais, dividindo a reprodução em um número maior de sub-períodos (Morton, 1994; Milenkaya et al. 2013).

Principalmente dentro do período reprodutivo, é esperado que existam diferenças nos parâmetros hematológicos entre machos e fêmeas. Além de questões hormonais, visto que os hormônios andrógenos estimulam enquanto os estrógenos inibem a síntese de eritrócitos (Kern et al. 1972), o que pode diminuir diretamente o Htc e a Hb (Wagner et al. 2008; Willie et al. 2010, Milenkaya et al. 2013), algumas espécies apresentam diferenças comportamentais entre machos e fêmeas ao longo desse período (Pap et al. 2010), o que poderia acentuar ainda mais as diferenças em parâmetros hematológicos entre os sexos.

Vários outros analisaram diferenças entre estações do ano, principalmente entre verão e inverno (Jakubas et al. 2001; Ruiz et al. 2002; Powell et al. 2013), sem de fato levar em consideração variáveis ambientais, como temperatura e pluviosidade. Os que levaram em consideração valores de temperatura, não fizeram comparações entre diferentes períodos (Krams et al. 2011). Pouquíssimos são os estudos presentes na literatura que comparam variações anuais de parâmetros hematológicos em uma mesma população (Pap et al. 2010; Hegemann et al. 2012) e são ainda mais escassos aqueles referentes à animais tropicais (Lobato et al. 2011) ou que comparem variações anuais levando em consideração variáveis ambientais.

Neste estudo de campo, foram investigados como os parâmetros hematológicos Htc, Hb, CMCH e razão H/L de uma espécie muito comum no ambiente urbano, o sabiá – barranco (*Turdus leucomelas*), variam ao longo de um ciclo anual. Pouco se sabe sobre a fisiologia dessa espécie, bem como para a grande maioria das espécies tropicais (Lobato et al. 2011), tendo presente na literatura apenas um estudo que investigou os parâmetros hematológicos para essa espécie (entretanto, somente durante a reprodução e muda de penas; Lobato et al. 2011), não existindo informações referentes quanto ao ambiente urbano ou às possíveis variações que ocorrem em um ciclo anual.

O objetivo principal do trabalho foi o de investigar se e como fatores intrínsecos individuais (sexo) e extrínsecos ambientais (diferentes períodos do ano, temperaturas e pluviosidade) afetam o Htc, Hb, CMCH e a razão H/L. As principais hipóteses são de que os parâmetros variam ao longo do ano, de acordo com mudanças sazonais (temperatura e pluviosidade) e comportamentais, sendo que melhores parâmetros indicam indivíduos em melhores condições e piores parâmetros podem indicar indivíduos em piores condições, mostrando quais períodos do ano são potencialmente mais desgastantes e estressantes. Além disso, devido a diferenças comportamentais entre os sexos, principalmente no que diz ao cuidado parental, são esperadas diferenças nos parâmetros hematológicos de machos e fêmeas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo e captura dos animais

O estudo foi realizado no Campus Bela Vista da Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho (UNESP), município de Rio Claro, Estado de São Paulo (22°23'45,7"S 47°32'38,3"W). Além de um variado conjunto de edificações, o Campus possui uma grande área verde a qual, entretanto, consiste de poucas árvores remanescentes da vegetação nativa, sendo em sua maior parte plantadas ou ali estabelecidas por meio de dispersão natural de sementes (Potascheff, 2007). Um estudo de longa duração com *Turdus leucomelas* vem sendo conduzido nesta área e dados preliminares indicam uma alta densidade desta espécie (0.68 indivíduos/ha em uma área de 115,5 hectares; Correa, 2010). Além disso, observações preliminares apontam que apesar de possuírem preferência por edificações, indivíduos desta espécie utilizam, e se movem, por toda a área do Campus (M.A. Pizo, informação pessoal). Portanto, consideramos que os indivíduos de *T. leucomelas* na área compõe uma única população.

As capturas tiveram início no mês de Janeiro de 2017 e foram finalizadas em Dezembro de 2017, sendo realizadas semanalmente ao longo desse período. A variação na temperatura média e na quantidade total de chuvas em cada mês de coleta foram obtidas a partir dados fornecidos pela Estação Meteorológica do CEAPLA (Centro de Análise e Planejamento Ambiental), localizada no local de estudo (Figura 1). Os sabiás foram capturados através de redes de neblina, dispostas em diferentes locais na área de estudo. Como forma de evitar possíveis vieses do período de capturas nos parâmetros hematológicos, principalmente em relação ao Htc (Fair et al. 2007), as coletas sempre foram realizadas entre 7:00-10:00am. Imediatamente após a captura foi quantificada a massa corporal utilizando uma balança digital portátil OHAUS (modelo HH120D), com o intuito de se obter a condição corporal de cada indivíduo. Após estas medidas e antes da soltura, os sabiás foram anilhados com anilhas de metal numeradas fornecidas pelo CEMAVE e com anilhas coloridas para observação do comportamento, e uma amostra de sangue (máximo de 50µl) foi retirada de sua veia braquial esquerda utilizando uma agulha 13mm x 4,5mm e posteriormente coletados em capilares de microhematócrito. Parte desta amostra (5µl) foi acondicionada em um papel filtro e enviada ao Laboratório UNIGEN tecnologia do DNA ([www.unigen.com.br](http://www.unigen.com.br)), localizado em São Paulo, para a determinação do sexo por meio da técnica PCR (Vieira et al. 2012). A parte restante foi utilizada para determinação de diversos parâmetros hematológicos, conforme descritos abaixo.

## 2.2 Quantificação de parâmetros hematológicos

Os seguintes parâmetros hematológicos foram quantificados: a) Hematócrito (Htc em %). O sangue utilizado para esta análise foi armazenado em capilares heparinizados, os quais foram mantidos em uma bolsa térmica até serem levados para o laboratório, onde foram centrifugados em uma centrífuga Fanem (modelo 211) a 12000 rpm por 6 minutos. Posteriormente com o auxílio de uma régua foram medidas a quantidade de plasma e eritrócitos no capilar, quantificando assim o Htc por meio de uma regra de 3 (Campbell, 1995). O período entre a coleta de sangue e a centrifugação variou de 2 a um máximo de 4 horas, tempo que também foi utilizado por outros estudos e que mostrou não trazer diferenças significativas para a análise (Lindstrom et al. 2005; Williams et al. 2004; da Paz Pereira, 2015). b) Concentração de hemoglobina (Hb em g/dl). Este parâmetro foi quantificado imediatamente após a coleta de sangue, utilizando um fotômetro portátil Hb 201+ (HemoCue, Sweden) (Minias & Janiszewski, 2016 e Harter et al. 2015). c) Razão heterofilo/linfócito (razão H/L). Para determinar a razão H/L, foram feitos esfregaços em lâminas utilizando a metodologia descrita em Campbell (1995) e Walberg (2001). No campo, imediatamente após a coleta do sangue em capilares de microhematócrito não heparinizados, o esfregaço foi feito em uma lâmina, deixado para secar e, quando seco, foi fixado com metanol (por 3 minutos). Em laboratório, essa lâmina foi posteriormente corada com o corante Giemsa. Utilizando um microscópio com aumento de 1000x e óleo de imersão, foram contados 100 glóbulos brancos, escolhidos de maneira aleatória, para que se obtenha uma média de heterófilos e linfócitos (Groombridge et al. 2004; Johannson et al. 2016; Clark et al. 2009). d) Concentração média corpuscular de hemoglobina (CMCH). O CMCH é calculado utilizando os valores de Hb, em g/L, e o de Htc L/L, de acordo com a seguinte fórmula (Clark et al. 2009):  $CMCH (g/L) = Hb (g/L)/Htc (L/L)$ . Autorização para as coletas foi emitida pelo SISBIO (processo 56987) e todos os protocolos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética da UNESP, Campus de Rio Claro (CEUA - processo 0637).

### 2.3 Manuseio e análise dos dados

Os EHV de *T. leucomelas* ao longo do ciclo anual estudado foram divididos em 5 períodos distintos. Esta divisão teve com base inicial os EHV propostos por Wingfield (2008), mas os períodos (sub-estágios) de cada EHV foram definidos levando-se em conta o comportamento geral da população no local de pesquisa, comportamentos distintos exercidos por machos e fêmeas, principalmente ao longo do período reprodutivo (Haddad, 2017; M.A. Pizo, comunicação pessoal) e informações gerais provenientes da (Lincoln et al. 1980, Sharp 1996; Bugoni et al. 2012).

Os 5 períodos ficaram divididos da seguinte forma: *Muda de Penas*, *Entre Períodos*, *Começo do Período Reprodutivo*, *Meio do Período Reprodutivo* e *Final do Período Reprodutivo*. O período de *Muda de penas* começa, geralmente, ao final do período reprodutivo para a maioria das aves residentes das regiões sul e sudeste, indo de Janeiro até Março (Bugoni et al. 2002). Ocorre nesse período principalmente as mudas de penas de voo (rectrizes e rêmiges), uma vez que as mudas de penas corporais podem ocorrer ao longo de todo o ano de maneira mais esporádica (Oniki e Willis 2001). O período denominado *Entre Períodos* é aquele onde não há mais indícios de muda de pena e tampouco eventos comportamentais que indiquem atividade reprodutiva. Este período, para a população estudada, ocorreu entre Abril e Junho. O *Começo do Período Reprodutivo* ocorre durante o inverno e é caracterizado pelo início dos comportamentos de corte, formação de casais e estabelecimento de territórios (Lincoln et al. 1980). Para a população estudada, estes comportamentos ocorreram entre Julho e Agosto. O *Meio do Período Reprodutivo* foi considerado aquele onde ocorreu a maior taxa oviposição e cuidado parental (Sharp 1996; Sick, 1997). Este período, para a população estudada, ocorreu entre Setembro e Outubro. Por fim, os meses de Novembro e Dezembro estão associados ao *Final do Período Reprodutivo*, onde poucos casais ainda estão com ninhos ativos e a maioria da população está se preparando para o início do período de muda de penas.

Para os dados ambientais, os valores de temperatura e pluviosidade utilizados foram calculados de acordo com a data de captura de cada indivíduo. Para a temperatura, foram considerados os valores das temperaturas médias diárias dos últimos 30 dias antes da captura e as médias desses valores, para cada indivíduo, foram então usadas nas análises. Para a pluviosidade, foi considerado o acumulado de chuvas dos últimos 30 dias anteriores ao dia da captura de cada indivíduo e esses valores foram os utilizados nas análises.

Variações na massa corpórea ao longo dos períodos e entre os sexos foi analisada através de uma Análise de Variância de Duas Vias (2-Way ANOVA), visando entender como a

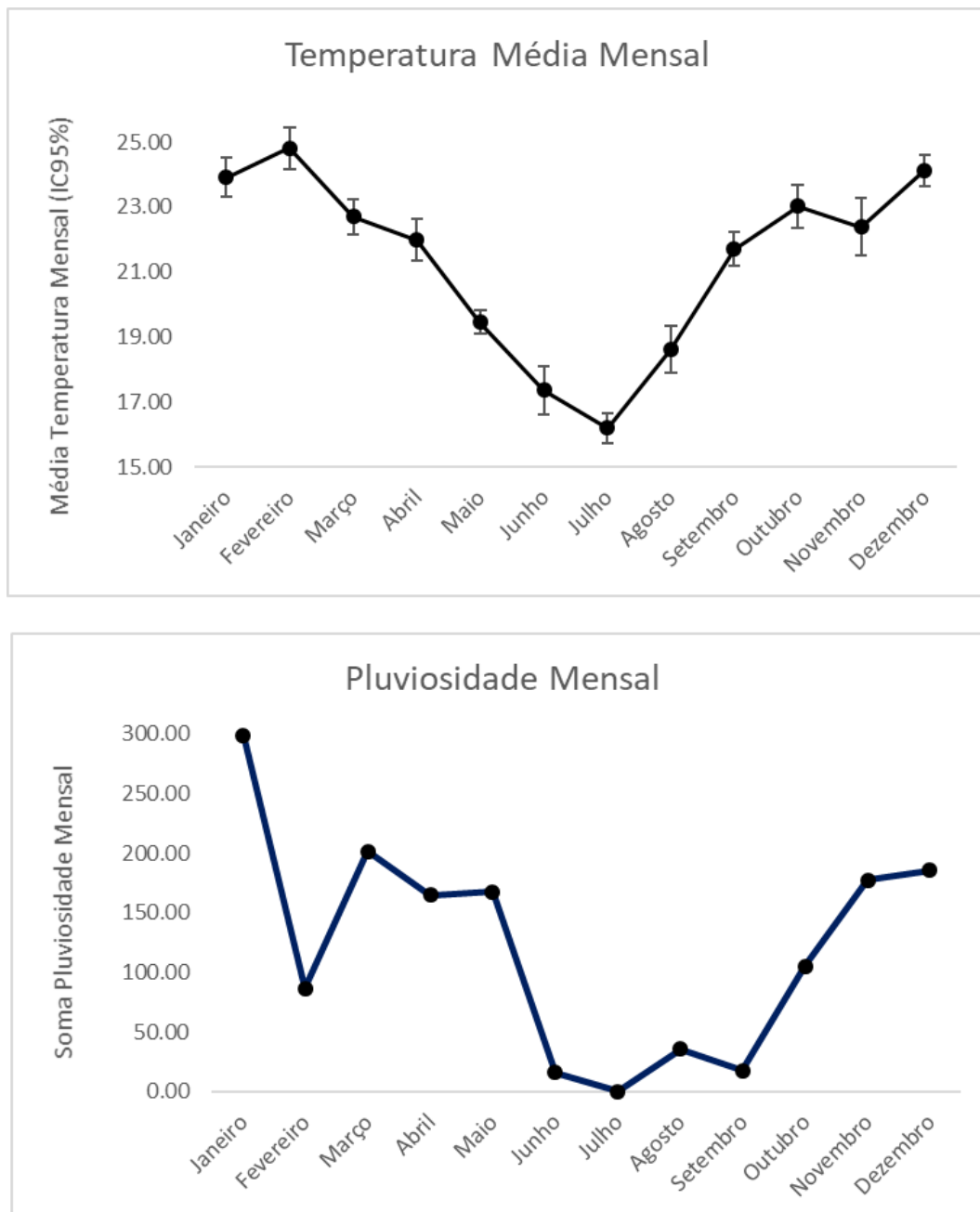


condição corpórea varia ao longo dos períodos e entre os sexos. De todos indivíduos foram coletados os valores de Htc, Hb e calculados os valores de CMCH. Entretanto, valores de razão H/L foram realizados para 51 indivíduos, sendo 29 machos e 22 fêmeas. Portanto, para as análises estatísticas envolvendo Htc, Hb e CMCH, diferenças entre os sexos puderam ser consideradas quando este era o foco, visto que o número de indivíduos capturados de cada sexo em cada um dos períodos foi satisfatório para as análises. Entretanto, para as análises de razão H/L consideramos a população como um todo em cada um dos períodos, devido ao número menor de dados para esse parâmetro.

O relacionamento entre as variáveis numéricas foi testado pela correlação momento produto de Pearson ( $r$ ) para dados paramétricos e pelo coeficiente de correlação de postos de Spearman ( $\rho$ ) para dados não - paramétricos. Por fim, modelos multivariados foram criados utilizando a regressão linear, na qual todas as variáveis independentes foram confrontadas entre si, no intuito de eliminar variáveis de confusão e dessa forma entender melhor qual a correlação das variáveis dependentes com as independentes.

As variáveis numéricas são apresentadas por valores de média, desvio-padrão e intervalos de confiança de 95%. Todos os procedimentos estatísticos acima descritos foram efetuados no software estatístico BioEstat (versão 5.2) e a significância estatística foi fixada em 5%.

**Figura 1** - Valores de Temperatura Média Mensal e da Pluviosidade Total Mensal durante o período de estudos



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3 RESULTADOS

Ao todo foram capturados 81 indivíduos, sendo 50 machos (Peso médio:  $68,4 \pm 5,1$  gramas) e 31 fêmeas (Peso médio:  $70,1 \pm 6,3$  gramas). Através dos resultados obtidos na Análise de variância de duas vias, foi possível observar que o peso não variou entre os sexos ( $F = 1,64; p = 0,20$ ), entre os períodos ( $F = 0,78; p = 0,54$ ), nem em função da interação entre estas variáveis ( $F = 1,72; p = 0,15$ ). Sendo assim, a população de *T. leucomelas* manteve constante a condição corporal ao longo de todo o período de estudo.

Os parâmetros sanguíneos Hb, Htc, CMCH e Razão H/L para a população como um todo variaram em função dos diferentes EHV (Tabela 1). Para os valores de Hb, o período “Começo Reprodutivo” apresentou valores significativamente maiores do que os valores observados durante o período “Meio Reprodutivo”, “Final Reprodutivo” e “Muda de Penas”; estes três períodos, por sua vez, são estatisticamente semelhantes. Além disso, a Hb foi significativamente maior no período “Entre Períodos” quando comparada aos valores quantificados durante o período “Muda de Penas”. Para os valores de Htc, o período de “Muda de Penas” e “Final Reprodutivo” apresentam os menores valores, sendo estatisticamente semelhantes. Enquanto “Entre Períodos” possui valores significativamente maiores que “Muda de Penas”, “Começo Reprodutivo” e “Meio Reprodutivo” são estatisticamente maiores que “Muda de Penas” e “Final Reprodutivo”.

Quanto aos valores de CMCH, é possível observar que os menores valores são os encontrados durante o período “Meio Reprodutivo”, sendo significativamente menores quando comparados com “Muda de Penas”, “Entre Períodos” e “Começo Reprodutivo”. Por fim, A razão H/L também variou ao longo dos períodos, sendo que os valores de H/L no período “Final Reprodutivo” foram significativamente maiores quando comparado aos demais períodos, com exceção o período de muda de penas.

A tabela 2 mostra a variação dos parâmetros hematológicos Hb, Htc e da razão CMCH ao longo do ano considerando os valores obtidos para machos e fêmeas. Não existiram diferenças entre os sexos para os três parâmetros ao longo dos diferentes períodos. Entretanto, diferenças dentro do mesmo sexo entre os períodos foram encontradas. A Hb não variou para as fêmeas ao longo dos períodos. Para os machos, os maiores valores foram observados no “Começo Reprodutivo”, sendo esse estatisticamente diferentes dos períodos “Muda de Penas”, “Meio Reprodutivo” e “Final Reprodutivo”.

Para o Htc, foram observadas diferenças temporais para ambos os sexos. Entre os machos, o “Começo Reprodutivo” foi estatisticamente maior do que todos os outros períodos,

com exceção do “Meio Reprodutivo”, que por sua vez é significativamente maior que o período “Muda de Penas”. Para as fêmeas, “Entre Períodos” e “Meio Reprodutivo” foram os períodos de maiores valores, sendo estatisticamente diferentes de “Muda de Penas”. Para o CMCH, não foram observadas diferenças significativas ao longo do tempo. Destaca-se que os modelos criados foram ajustados por sexo, horário da captura, temperatura média dos 30 dias anteriores à captura e pluviosidade média dos 30 dias anteriores à captura.

As figuras 2 e 3 mostram a variação das médias da Temperatura individual dos últimos 30 dias e das médias da Pluviosidade individual dos últimos 30 dias, respectivamente, em relação aos períodos estudados. Estatisticamente, os valores de Temperatura são distintos nos 5 períodos (Kruskal – Wallis  $p < 0,0001$ ). O mesmo é observado para os dados de pluviosidade (Kruskal – Wallis  $p < 0,001$ ), com exceção dos valores nos períodos “Muda de Penas” e “Final Reprodutivo”, estatisticamente semelhantes. Além disso, os valores de Temperatura individual dos últimos 30 dias e da Pluviosidade individual dos últimos 30 dias possuem forte correlação com os valores de Temperatura Média Mensal ( $\rho = 0,83$ ;  $p < 0,0001$ ) e Pluviosidade Média Mensal ( $\rho = 0,81$ ;  $p < 0,0001$ ), respectivamente.

Buscou – se analisar o relacionamento dos parâmetros hematológicos com variáveis ambientais (Temperatura e Pluviosidade individual dos últimos 30 dias) e com uma variável física, o peso (Tabela 3). Peso foi a única variável que não teve qualquer tipo de correlação com nenhum dos parâmetros hematológicos analisados. Analisando a população como um todo, tanto o Htc como a Hb tiveram uma correlação negativa com Temperatura e Pluviosidade. Ao passo que machos e fêmeas apresentaram correlações significativas de Htc com Pluviosidade, as correlações de Htc com Temperatura e Hb com Pluviosidade e Temperatura foram obtidas somente para os machos. CMCH apresentou apenas uma correlação negativa com Temperatura para os machos. Por fim, a razão H/L não apresentou nenhuma correlação com a temperatura, mas sim com pluviosidade, estando relacionada positivamente para fêmeas e para a população como um todo.

No intuito de identificar o(s) principal(s) determinante(s) das variáveis dependentes (parâmetros sanguíneos), um modelo de regressão múltipla foi construído para cada uma das variáveis tratadas como variável dependente (Tabela 5). Estes modelos confrontaram simultaneamente todas as variáveis independentes entre elas e a única variável que se manteve significativamente relacionada aos desfechos foi “Períodos do ano”.

**Tabela 1** - Modelo de ANCOVA analisando a variação na Hemoglobina, Hematócrito, razão H/L e Concentração Média Corpuscular de Hemoglobina (CMCH), ao longo dos diferentes estágios de história de vida (períodos) do sabia-barranco

	Jan-Mar	Abr-Jun	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez	ANCOVA*
	Muda de Penas	Entre Períodos	Começo Reprodutivo	Meio Reprodutivo	Final Reprodutivo	p-valor
	Média	Média	Média	Média	Média	
	(IC95%)	(IC95%)	(IC95%)	(IC95%)	(IC95%)	
Hemoglobina (g/dL)	17,7 (16,8; 18,6)	19,8 (18,8; 29,7)	20,5 (19,6; 21,5) <sup>a</sup>	18,7 (18,1; 19,4) <sup>c</sup>	17,9 (17,1; 18,7) <sup>b,c</sup>	0,001
Hematócrito (%)	46,8 (44,6; 49,1)	51,8 (49,6; 54,1) <sup>a</sup>	55,4 (53,1; 57,7) <sup>a</sup>	53,2 (51,6; 54,9) <sup>a</sup>	49,4 (47,5; 51,4) <sup>c,d</sup>	0,001
CMCH	378 (372,6; 383,4)	386 (377; 395)	374 (367; 381)	350 (342; 358) <sup>a,b,c</sup>	365 (349; 381)	0,001
Razão H/L	0,386 (0,256; 0,516)	0,237 (0,110; 0,364)	0,169 (0,042; 0,297)	0,192 (0,080; 0,305)	0,548 (0,418; 0,677) <sup>b,c,d</sup>	0,002

\*= modelo ajustado por sexo, hora de captura, pluviosidade 30 dias e temperatura 30 dias; a= diferente de “Muda de Penas”; b= diferente de “Entre Períodos”; c= diferente de “Começo Reprodutivo”; d= diferente de “Meio Reprodutivo” IC95%= intervalo de confiança de 95%; ANCOVA= análise de covariância

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 2** - Modelo de ANCOVA analisando a variação na Hemoglobina, Hematócrito e Concentração Média Corpuscular de Hemoglobina (CMCH) entre os sexos, ao longo dos diferentes estágios de história de vida (períodos) do sabia-barranco.

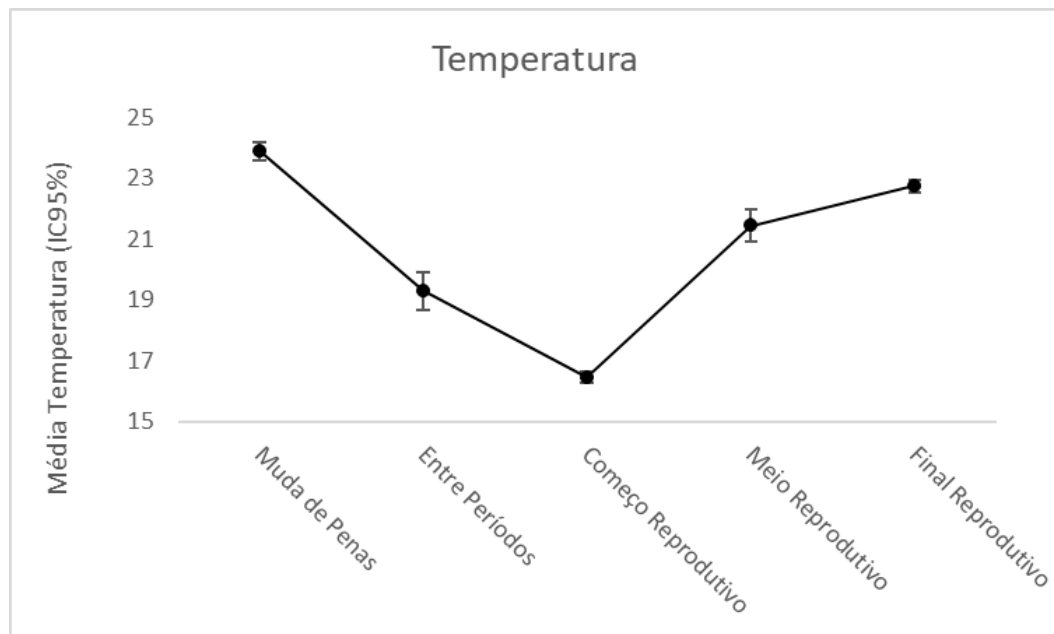
Variáveis sanguíneas de machos e fêmeas segundo os períodos do ano

	Jan-Mar	Abr-Jun	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez	ANCOVA*
	Muda de Penas	Entre Períodos	Começo Reprodutivo	Meio Reprodutivo	Final Reprodutivo	<i>p</i> -valor
	Média	Média	Média	Média	Média	
	(IC95%)	(IC95%)	(IC95%)	(IC95%)	(IC95%)	
Hemoglobina (g/dL)						0,006*
Macho	17,6 (16,5 – 18,8)	19,5 (18,4-20,6)	21,2 (20,1 – 22,2) <sup>a</sup>	18,6 (17,8 – 19,4) <sup>c</sup>	17,9 (16,8 – 18,9) <sup>c</sup>	
Fêmea	17,8 (16,6 – 19,1)	20,4 (18,7-22,1)	18,8 (17,4 – 20,3)	19,1 (18,1 – 20,1)	17,8 (16,8 – 18,9)	
Hematócrito (%)						0,004**
Macho	47,6 (44,8 – 50,4)	50,7 (48,1-53,4)	56,4 (53,8 – 59,1) <sup>a,b</sup>	53,1 (51,1 – 55,1) <sup>a</sup>	50,8 (48,2 – 53,4) <sup>c</sup>	
Fêmea	46,6 (43,7 – 49,4)	54,4 (50,3-58,5) <sup>a</sup>	52,1 (48,4 – 55,6)	52,9 (50,4 – 55,3) <sup>a</sup>	48,3 (45,6 – 50,9)	
CMCH						0,707***
Macho	364 (346-383)	375 (357-394)	371 (353-388)	358 (345-372)	364 (346-381)	
Fêmea	377 (357-396)	371 (344-398)	370 (346-394)	363 (346-379)	371 (353-388)	

modelo ajustado por sexo, hora de captura e pluviosidade 30 dias temperatura 30 dias????IC95%= intervalo de confiança de 95%; ANCOVA= análise de covariância. Valores de média na mesma linha com letras sobrescritas idênticas são significativamente diferentes dentro do intervalo de confiança de 95%. a= diferente de “Muda de Penas”; b= diferente de “Entre Períodos”; c= diferente de “Começo Reprodutivo”. \*= Modelo Hemoglobina: sexo (*p*-valor= 0,540), horário de captura (*p*-valor= 0,567), temperatura 30 dias (*p*-valor= 0,700), pluviosidade 30 dias (*p*-valor= 0,422) e períodos do ano (*p*-valor= 0,006); \*\*= Modelo Hematócrito: sexo (*p*-valor= 0,290), horário de captura (*p*-valor= 0,595), temperatura 30 dias (*p*-valor= 0,042), pluviosidade 30 dias (*p*-valor= 0,513) e períodos do ano (*p*-valor= 0,004); \*\*\*= Modelo CMCH: sexo (*p*-valor= 0,503), horário de captura (*p*-valor= 0,711), temperatura 30 dias (*p*-valor= 0,023), pluviosidade 30 dias (*p*-valor= 0,026) e períodos do ano (*p*-valor= 0,707).

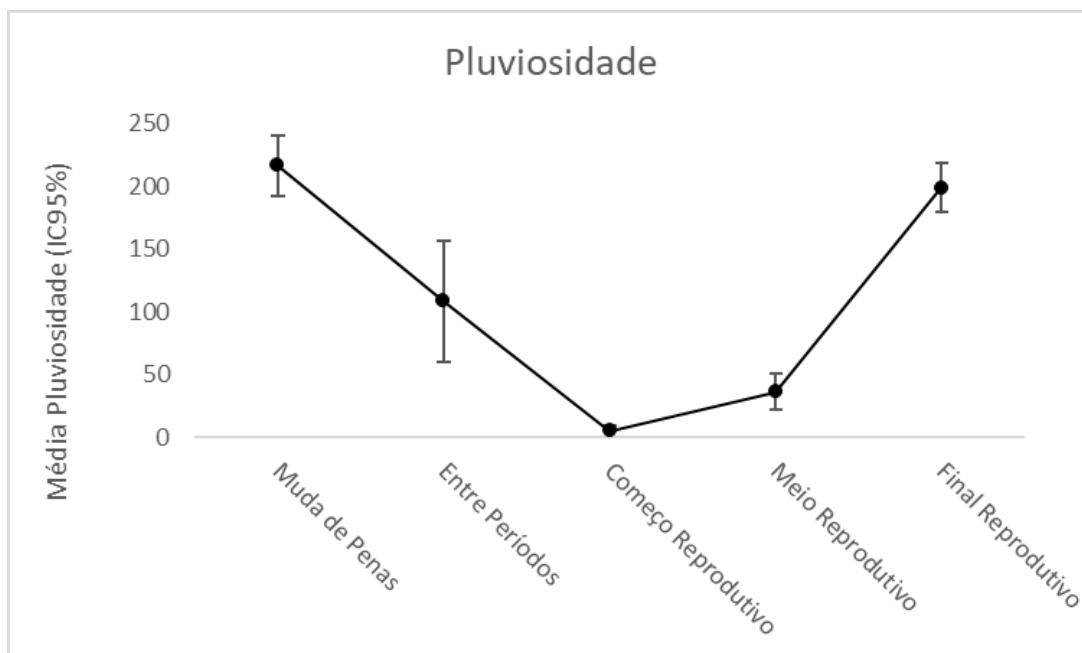
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 2** - Variação das Médias de Temperatura individual dos últimos 30 dias ao longo dos períodos propostos



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 3** - Variação das Médias de Pluviosidade individual dos últimos 30 dias ao longo dos períodos propostos



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 3** – Coeficientes de correlação para as relações entre parâmetros hematológicos, sexo e variáveis ambientais

	Peso (g) <i>Pearson(r)</i>	Temperatura (°C) <i>Spearman(rho)</i>	Pluviosidade (mm) <i>Spearman(rho)</i>
<b>Hematócrito</b>			
Machos (n=50)	-0,14	<b>-0,53**</b>	<b>-0,51**</b>
Fêmeas (n=31)	0,21	-0,23	<b>-0,48**</b>
Total (n=81)	-0,002	<b>-0,41**</b>	<b>-0,47**</b>
<b>Hemoglobina</b>			
Machos (n=50)	-0,15	<b>-0,61**</b>	<b>-0,43**</b>
Fêmeas (n=31)	-0,06	-0,19	-0,14
Total (n=81)	-0,13	<b>-0,44**</b>	<b>-0,35**</b>
<b>CMCH</b>			
Machos (n=50)	-0,07	<b>-0,44*</b>	-0,24
Fêmeas (n=31)	-0,25	-0,34	-0,01
Total (n=81)	-0,15	-0,02	0,18
<b>Razão H/L</b>			
Machos (n=29)	0,09	0,21	0,28
Fêmeas (n=22)	-0,39	0,34	<b>0,60**</b>
Total (n=51)	-0,21	0,28	<b>0,42**</b>

\*= p-valor <0,05; \*\*= p-valor <0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 4** - Relacionamento (ajustado simultaneamente por todas as variáveis independentes) entre variáveis sanguíneas e seus determinantes físicos, biológicos e ambientais

Variáveis independentes	Variáveis dependentes		
	Hematócrito (%)	Hemoglobina (g/dL)	Razão H/L
	Reg. linear ( $\beta$ )	Reg. linear ( $\beta$ )	Reg. linear ( $\beta$ )
Períodos do ano	<b>1,041**</b>	0,196	<b>-0,084**</b>
Hora do dia	-0,008	-0,004	0,001
Temperatura 30 dias	0,163	-0,150	0,014
Pluviosidade 30 dias	-0,008	0,002	0,001
Sexo	-0,781	-0,081	0,036
Peso	-0,043	-0,040	-0,004

\*= p-valor <0,05; \*\*= p-valor <0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.



## 4 DISCUSSÃO

Considerando o que foi dito por Labocha e Hayes (2012), o fato do peso dos sabiás – barranco não ter variado ao longo do período de estudos indica que a condição corporal (reserva energética) de machos, fêmeas, bem como de toda a população se manteve constante ao longo de todo o período de estudo, indicando que essa população de *T. leucomelas* provavelmente não sofreu nenhum evento severo duradouro, mantendo constante a condição corporal em cada um dos diferentes EHV. Entretanto, ajustes fisiológicos foram necessários em cada EHV para se manter a homeostase.

Maiores valores de Htc e Hb para a população de sabiás – barranco no início da reprodução podem estar relacionados à dois fatores: a maior necessidade de se manter aquecido, devido ao período de inverno (Carey e Morton, 1976; Fair et al. 2007; Kern et al. 1979; Powell et al. 2013) e/ou a uma preparação para o início da reprodução. O fato de o Htc e da Hb da população estarem negativamente correlacionados com a temperatura parece estar de acordo com os estudos realizados nas zonas temperadas, que mostraram que esses dois parâmetros hematológicos tendem a ser maiores quando as temperaturas forem menores (Carey e Morton, 1976; Fair et al. 2007; Kern et al. 1979; Powel et al. 2013).

Entretanto, essas modificações parecem estar mais relacionadas à reprodução do que propriamente à temperatura. Machos apresentam comportamentos distintos das fêmeas ao longo de toda a reprodução, como também é observado em outras espécies (Krause et al. 2016; Morton, 1994; Pap et al. 2010). Os valores de Htc e Hb atingem o ápice nos machos no início da Reprodução, enquanto os valores para fêmeas tendem a se manter constante. Machos começam a cantar, proteger territórios e parrear com as fêmeas logo no início do inverno, estando bem mais ativos do que as fêmeas nesse período do ano (Lincoln et al. 1980; Pizo, dados não publicados).

Assim sendo, o aumento desses dois parâmetros hematológicos entre os períodos “Entre Períodos” e “Começo Reprodutivo”, observado nos machos, pode estar diretamente ligado ao maior volume de atividades exercido pelos indivíduos desse sexo no início da reprodução. Enquanto o Htc pode estar diretamente relacionado ao aumento do metabolismo, para suprir uma maior demanda por oxigênio devido ao maior volume de atividades em consequência do início da reprodução, é esperada uma maior Hb durante esse período. A falta de correlação de Htc e Hb com os valores de temperatura em fêmeas é mais um possível indicativo de que essa mudança nos parâmetros possa estar mais relacionada com as mudanças comportamentais relacionadas à reprodução do que à temperatura.

Diferentemente da temperatura, é provável que outra variável ambiental, a pluviosidade, possa exercer algum tipo de influência sobre esses dois parâmetros hematológicos, dada a correlações negativas apresentadas entre o Htc e a Hb com a pluviosidade. Períodos mais frios são também os períodos de menor pluviosidade da cidade de Rio Claro, sendo o acesso a água um potencial fator limitante. Estudos já demonstraram que a desidratação pode aumentar tanto o Htc quanto a Hb (Biebach, 1990, Johnstone et al. 2015; Morton, 1994), podendo ser esse mais um outro fator contribuindo para o aumento desses dois parâmetros durante o começo da reprodução e para uma diminuição dos valores nos períodos de maiores chuvas. Principalmente no início da reprodução, um maior grau de atividade ao longo do dia aliado à escassez de chuvas pode influenciar de maneira muito mais acentuada as diferenças nesses dois parâmetros em machos do que nas fêmeas.

O padrão de diminuição dos valores de Htc e Hb ao longo da reprodução também está de acordo com o que foi encontrado em outros estudos (Fair et al. 2007; Pap et al. 2010; Minias et al. 2015) podendo ser um indicativo de maior gasto energético e/ou mudanças hormonais que ocorrem no período (Williams et al. 2004; Johnstone et al. 2015; Milenkaya et al. 2013). Entretanto, apesar dessa diminuição ao longo da reprodução, os valores aqui encontrados tanto para esses dois parâmetros quanto para o peso ao final da reprodução, são maiores do que os encontrados em outro estudo com *T. leucomelas* (Lobato et al. 2011). Estudos que comparam aves em ambientes urbanos e naturais possuem resultados distintos, com aves em melhores condições em ambientes menos urbanizados (Bókony et al. 2015; Liker et al. 2008) ou não (Seres, 2015; Meillère et al. 2015). Neste presente estudo, essa população de sabiás – barranco parece estar em melhores condições fisiológicas ao final do período reprodutivo do que a população em um ambiente natural.

Diferentemente do esperado, fêmeas mantém os valores ao longo do período reprodutivo para Hb e Htc. Machos apresentam uma diminuição significativa dos dois parâmetros ao longo da reprodução. Além do maior volume de atividades exercidas pelos machos no início da reprodução, no período “Meio Reprodutivo”, enquanto fêmeas vão se ocupar de construir os ninhos e chocar os ovos, os machos continuarão protegendo o território (M.A. Pizo, comunicação pessoal). Além disso, em ninhos com mais de um filhote, serão eles os principais responsáveis pelo cuidado parental (Haddad, 2017), bem como os principais responsáveis pela alimentação dos filhotes que já saíram dos ninhos (M.A. Pizo, comunicação pessoal). O provável maior gasto energético dos machos no período parece influenciar de maneira mais incisiva as mudanças desses dois padrões do que propriamente as mudanças hormonais que ocorrem durante a reprodução.

Outro fator não controlado neste estudo pode estar influenciando diretamente na modificação dos parâmetros hematológicos dos sabiás – barranco ao longo da reprodução. Aves da família Turdidae apresentam uma alta susceptibilidade à infecções devido principalmente ao tamanho dos indivíduos desse grupo (Valkunias, 2005), sendo maior a tendência à infecções durante a reprodução do que na muda de penas (Lobato et al. 2011). Alguns estudos com *T. leucomelas* já demonstraram que grande parte das populações de sabiás estão infectadas com algum tipo de *Plasmodium* (Lobato et al. 2011). Infecções tendem a aumentar o estresse em aves (Davis et al. 2004), bem como causar uma piora nos parâmetros hematológicos (Lobato et al. 2011; Sebaio et al. 2010). Portanto, aliado aos efeitos já citados, doenças podem ser um outro fator determinante para uma maior diminuição desses parâmetros no final da reprodução e também para um aumento da razão H/L nesse mesmo período.

Durante a “Muda de Penas” são mantidos os padrões observados ao final do período reprodutivo, seja para a população toda, seja para machos e fêmeas. Os valores registrados aqui não foram necessariamente os menores obtidos durante o ano como mostram outros estudos (Fair et al. 2007; Pap et al. 2010; Chilgren e Degraw, 1977; Prinzing e Hakimi, 1997; Kasprzak et al. 2006). Os valores de Htc para esse período foram semelhantes aos encontrados no estudo de Lobato et al. (2011). Entretanto, neste presente estudo os valores obtidos de Hb foram muito maiores. Apesar da menor necessidade e maior dificuldade de voar no período de muda, a manutenção dos valores pode indicar uma maior atividade diária nos sabiás – barranco urbanos, efeito provavelmente gerado devido à urbanização e maior presença de humanos (Powell et al. 2013).

Apesar de observadas diferenças em como o Htc e a Hb se modificam ao longo do ano em machos e fêmeas, os valores de machos não são estatisticamente diferentes dos valores de fêmeas quando comparados dentro de um mesmo período, nem mesmo durante a reprodução, onde mudanças hormonais e comportamentais poderiam modificar esses dois parâmetros de maneiras distintas entre os sexos (Kern et al. 1972; Biebach, 1990, Johnstone et al. 2015; Wagner et al. 2008; Willie et al. 2010, Milenkaya et al. 2013), indo de acordo com o encontrado em outros estudos (Fair et al. 2007; Minias, 2015).

Menores valores de CMCH, quando analisada a população de *T. leucomelas* como um todo, foram obtidos no período “Meio Reprodutivo”. Num primeiro momento esse dado parece ser um tanto quanto contraditório, visto que menores valores de CMCH estão relacionados à uma menor capacidade de transporte de oxigênio (Whittow, 2000), exatamente no período do ano onde os sabiás – barranco estão mais ativos pelo fato de ser nesse período onde irá ocorrer maior oviposição bem como um maior cuidado parental (alimentação, proteção, aquecimento).

Um estudo com galinhas já demonstrou que durante períodos de deficiência nutricional, os valores de CMCH tendem a diminuir (Maxwell et al. 1990), bem como durante o período reprodutivo (Sergent et al. 2004). Além disso, indivíduos com anemia também tendem a ter valores menores de CMCH (Johnstone et al. 2015). Como a alimentação dos filhotes precisa feita de maneira contínua, principalmente nos primeiros dias de vida, é possível que os pais tenham uma maior dificuldade de se alimentar de maneira adequada em detrimento ao cuidado parental.

Em relação à razão H/L, outros estudos também já demonstraram que o período reprodutivo é o período potencialmente mais estressante para as aves (Mallory et al. 2005, Norte et al. 2009). Entretanto, os valores obtidos neste estudo são maiores do que aqueles encontrados por Lobato et al. (2011), seja ao final da reprodução, seja durante a muda de penas. Valores encontrados em outros estudos para os mesmos períodos são conflitantes: maiores (Powell et al. 2013; Ruiz et al. 2002) ou menores (Kubony et al. 2012) no ambiente urbano ou semelhantes (Carbó-Ramírez & Zuria, 2017) entre ambientes mais e menos urbanizados. A “hipótese de custo” (Powell et al. 2013) prevê que aves em ambiente urbano terão maiores níveis de estresse em relação àquelas que vivem em ambientes menos urbanizados. Além da presença de humanos, a maior abundância de comida nas cidades (Shochat et al. 2006; MØller, 2009) pode aumentar a competição (Anderies et al. 2007), sendo essas possíveis hipóteses dos sabiás estarem potencialmente mais estressados em um ambiente urbano do que em um menos urbanizado quando comparados nos mesmos períodos do ano.

Os valores da Razão H/L tiveram correlação somente com valores de pluviosidade para a população em geral, sendo essa correlação significativa somente para as fêmeas quando os sexos são analisados de maneira separada. Diferentemente do Htc e da Hb, temperaturas muito frias ou muito quentes não parecem ser uma modificação potencialmente estressante para os sabiás, sendo que essas modificações talvez ocorram somente com temperaturas extremas (Krams et al. 2011)

No presente estudo, aparentemente os dois principais fatores que atuam como potenciais agentes estressores são as chuvas e o próprio comportamento reprodutivo. No período de maiores quantidades de chuva temos os períodos *Final Reprodutivo* e *Muda de Penas*, sendo estes o final do período de maior gasto energético e início de outro (Morton et al. 1969; Murphy & King 1992; Newton & Rothery 2005), devido a produção de novas penas, maior dificuldade de se manter aquecido e de voar (Schwab & Schafer, 1972, Bruijn & Romero, 2013), sendo portanto dois dos períodos potencialmente mais estressantes para os sabiás. Outros estudos

também encontraram que os valores da razão H/L são maiores exatamente nesses períodos do ano (Jakubas et al. 2011; Norte et al. 2009; Mallory et al. 2005; Sanz et al. 2004).

Além de fortes ventos e chuvas poderem limitar diretamente a habilidade do animal de forragear (Bruijn & Romero, 2013), a menor cobertura no corpo de animais mudando de penas pode fazer com que a resposta provocada por agentes estressores seja muito mais severa em animais com mudas, devido a maior dificuldade de se manter aquecido em períodos mais chuvosos (Bruijn & Romero, 2012). Entretanto, existem evidências de que chuvas em períodos onde as aves não estão mudando de penas podem ser mais estressantes (maior produção de corticosterona) do que durante o período de muda de penas (Bruijn & Romero, 2012), o que pode ser uma explicação para os maiores valores de razão H/L serem encontrados ao final da reprodução (altos níveis de corticosterona podem prejudicar a deposição de proteína durante o período de mudas (Bruijn & Romero, 2012). Além disso, quando considerado o período de oviposição e incubação, fêmeas estão muito menos ativas do que machos e períodos de chuva poderiam atrapalhar diretamente o forrageamento dessas fêmeas.

Por fim, analisando os dados presentes na tabela 5, é possível observar que o passar dos diferentes períodos do ano, com diferentes temperaturas, pluviosidade e comportamentos, é o principal modificador nos parâmetros hematológicos. A medida que os meses avançam variam também as temperaturas, os regimes de chuvas, a umidade e o comportamento, sendo essa mais uma evidência de que eventos que ocorrem ao longo do ano são os principais agentes modificadores dos parâmetros hematológicos dessa espécie.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como outras aves extremamente comuns no meio urbano, pouco sabemos sobre algumas características do *Turdus leucomelas*, principalmente em aspectos relacionados à fisiologia. Este é o primeiro estudo feito com essa espécie em ambiente urbano e os resultados aqui encontrados diferem de outro estudo presente na literatura, mostrando que mesmo as espécies mais generalistas apresentam padrões diferentes em ambientes diferentes.

Vale ressaltar que são necessários outros estudos, com outras espécies tropicais, em ambientes mais e menos urbanizados, para entendermos diferentes padrões de estágios de história de vida. É importante que não se considere apenas a parte comportamental, mas que também seja levado em conta variáveis ambientais na hora de interpretar os resultados. Poucos são os estudos presentes na literatura, de um modo geral, que levaram em conta esses parâmetros ambientais. Como mostrado neste estudo, pode ser que eles tenham uma influência sobre os parâmetros fisiológicos, sendo esse mais um fator para se levar em conta quando for comparar diferentes populações de uma mesma espécie ou até mesmo diferentes espécies.

Além disso, é extremamente importante que futuros estudos colem informações referentes a pelo menos um ciclo anual de uma espécie. Como mostrado neste presente estudo, pouquíssimos são os estudos na literatura que procuraram entender como é a variação fisiológica anual de diferentes espécies de aves. Compreender se a condição corporal é mantida e quais são os períodos potencialmente mais desgastantes para diferentes populações de uma espécie é compreender e conhecer, de uma maneira mais aprofundada, em qual local e ambiente uma certa espécie está em melhores condições, sendo esse um aspecto importantíssimo para qualquer tipo de tomada de decisões futuras.

## REFERÊNCIAS

- ANDERIES, J.M.; KATTI, M.; SHOCHAT, E. Living in the city: resource availability, predation, and bird population dynamics in urban areas. **Journal of Theoretical Biology**, v. 247, n. 1, p. 36-49, 2007.
- BAÑBURA, J., BAÑBURA, M., KALIŃSKI, A., SKWARSKA, J., SŁOMCZYŃSKI, R., WAWRZYŃIAK, J., & ZIELIŃSKI, P. Comparative Biochemistry and Physiology Part A. **Molecular & Integrative Physiology**, v. 148, n. 3, p. 572-577, 2007.
- BIEBACH, H. Strategies of trans-Saharan migrants. In: **Bird migration** (E. Gwinner, ed.), pp. 352–367. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1990.
- BÓKONY, V.; KULCSÁR, A.; LIKER, A.. Does urbanization select for weak competitors in house sparrows?. **Oikos**, v. 119, n. 3, p. 437-444, 2010.
- BUGONI, L., MOHR, L.V., SCHERER, A., EFE, M.A.; SCHERER, S.B. Biometry, molt and brood patch parameters of birds in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology**, v. 10, n. 16, p. 10, 2013.
- CAMPBELL, T.W. Avian hematology and cytology. Iowa State University Press, 1995.
- CARBÓ-RAMÍREZ, P; ZURIA, I. Leukocyte profile and body condition of the house finch (*haemorhous mexicanus*) in two sites with different levels of urbanization in central Mexico. **Ornitología Neotropical**, v. 28, p. 1-10, 2017.
- CAREY, C.; MORTON, M.L. Aspects of circulatory physiology of montane and lowland birds. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 54, n. 1, p. 61-74, 1976.
- CARPENTER, F.L. Bird hematocrits: effects of high altitude and strength of flight. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 50, n. 2, p. 415-417, 1975.
- CHILGREN, J.D.; DEGRAW, W.A. Some blood characteristics of white-crowned sparrows during molt. **The Auk**, v. 94, n. 1, p. 169-171, 1977.
- CLARK, P.; BOARDMAN, W.; RAIDAL, S. **Atlas of clinical avian hematology**. John Wiley & Sons, 2009.
- DA PAZ PEREIRA, Zelia; MARINI, Miguel Ângelo. An intratropical migratory passerine can quickly improve its physiological condition during post migration, reproduction and departure phases on the breeding site in the Cerrado. **Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology**, v. 23, n. 4, p. 428-436, 2016.

DE BRUIJN, R.; ROMERO, L. M. Behavioral and physiological responses of wild-caught European starlings (*Sturnus vulgaris*) to a minor, rapid change in ambient temperature. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 160, n. 2, p. 260-266, 2011.

DAVIS, A.K.; COOK, K.C.; ALTIZER, S. Leukocyte profiles in wild House Finches with and without mycoplasmal conjunctivitis, a recently emerged bacterial disease. **Ecohealth**, v. 1, n. 4, p. 362-373, 2004.

DAVIS, A.K.; MANEY, D.L.; MAERZ, J.C. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. **Functional Ecology**, v. 22, n. 5, p. 760-772, 2008.

DAWSON, R.D.; BORTOLOTTI, G.R. Are avian hematocrits indicative of condition? American kestrels as a model. **The Journal of wildlife management**, p. 1297-1306, 1997.

DAWSON, A. Control of the annual cycle in birds: endocrine constraints and plasticity in response to ecological variability. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1497, p. 1621-1633, 2008.

DHABHAR, F.S. A hassle a day may keep the doctor away: stress and the augmentation of immune function. **Integrative and Comparative Biology**, v. 42, n. 3, p. 556-564, 2002.

FAIR, J.; WHITAKER, S.; PEARSON, B. Sources of variation in haematocrit in birds. **Ibis**, v. 149, n. 3, p. 535-552, 2007.

GROOMBRIDGE, J. J., MASSEY, J. G., BRUCH, J. C., MALCOLM, T. R., BROSIUS, C. N., OKADA, M. M., & SPARKLIN, B. Evaluating stress in a Hawaiian honeycreeper, *Paroreomyza montana*, following translocation. **Journal of Field Ornithology**, v. 75, n. 2, p. 183-187, 2004.

GROSS, W.B.; SIEGEL, H.S. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. **Avian diseases**, p. 972-979, 1983.

HADDAD, R.N.M. **Divisão do trabalho entre os sexos no cuidado parental do sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Biociências (Graduação em Ciências Biológicas), Unesp Rio Claro. 2017

HARTER, T.S., REICHERT, M., BRAUNER, C.J., & MILSOM, W. K. Validation of the i-STAT and HemoCue systems for the analysis of blood parameters in the bar-headed goose, *Anser indicus*. **Conservation Physiology**, v. 3, n. 1, p. cov021, 2015.

HATCH, M.I.; SMITH, R.J. Repeatability of hematocrits and body mass of gray catbirds. **Journal of Field Ornithology**, v. 81, n. 1, p. 64-70, 2010.



HEGEMANN, A., MATSON, K. D., BOTH, C., & TIELEMAN, B. I. Immune function in a free-living bird varies over the annual cycle, but seasonal patterns differ between years. **Oecologia**, v. 170, n. 3, p. 605-618, 2012.

HÕRAK, P.; OTS, I.; MURUMÄGI, A. Haematological health state indices of reproducing Great Tits: a response to brood size manipulation. **Functional Ecology**, v. 12, n. 5, p. 750-756, 1998.

JACOBS, J.D.; WINGFIELD, J.C. Endocrine control of life-cycle stages: a constraint on response to the environment? **The Condor**, v. 102, n. 1, p. 35-51, 2000.

JAKUBAS, Dariusz; WOJCZULANIS-JAKUBAS, Katarzyna; GLAC, Wojciech. Variation of the reed bunting (*Emberiza schoeniclus*) body condition and haematological parameters in relation to sex, age and season. In: **Annales Zoologici Fennici**. Finnish Zoological and Botanical Publishing, 2011. p. 243-250.

JOHANNSON, S. G., RAGINSKI, C., SCHWEAN-LARDNER, K., & CLASSEN, H. L. Providing laying hens in group-housed enriched cages with access to barley silage reduces aggressive and feather-pecking behaviour. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 96, n. 1, p. 161-171, 2016.

JOHNSTONE, C.P.; LILL, A.; REINA, R.D. Use of erythrocyte indicators of health and condition in vertebrate ecophysiology: a review and appraisal. **Biological Reviews**, 2015.

KASPRZAK, M.; HETMAŃSKI, T.; KULCZYKOWSKA, E. Changes in hematological parameters in free-living pigeons (*Columba livia f. urbana*) during the breeding cycle. **Journal of Ornithology**, v. 147, n. 4, p. 599-604, 2006.

KERN, M.D.; WILLIAM, A.; KING, J.R. Effects of gonadal hormones on the blood composition of white-crowned sparrows. **General and Comparative Endocrinology**, v. 18, n. 1, p. 43-53, 1972.

KERN, M. D., & KING, J. R. Seasonal changes in the blood composition of captive and free-living white-crowned sparrows. **Journal of comparative physiology**, v. 129, n. 2, p. 151-162, 1979.

KRAMS, I., CĪRULE, D., KRAMA, T., & VRUBLEVSKA, J. Extremely low ambient temperature affects haematological parameters and body condition in wintering great tits (*Parus major*). **Journal of ornithology**, v. 152, n. 4, p. 889-895, 2011.

KRAUSE, J. S., NÉMETH, Z., PÉREZ, J. H., CHMURA, H. E., RAMENOFKY, M., WINGFIELD, J. C.. Annual hematocrit profiles in two subspecies of white-crowned sparrow: a migrant and a resident comparison. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 89, n. 1, p. 51-60, 2016.

LABOCHA, M.K.; HAYES, J.P. Morphometric indices of body condition in birds: a review. **Journal of Ornithology**, v. 153, n. 1, p. 1-22, 2012.

LANDYS-CIANNELLI, M.M.; JUKEMA, J.; PIERSMA, T. Blood parameter changes during stopover in a long-distance migratory shorebird, the bar-tailed godwit *Limosa lapponica taymyrensis*. **Journal of Avian Biology**, v. 33, n. 4, p. 451-455, 2002.

LIKER, A., PAPP, Z., BÓKONY, V., & LENDVAI, A. Z. Lean birds in the city: body size and condition of house sparrows along the urbanization gradient. **Journal of Animal Ecology**, v. 77, n. 4, p. 789-795, 2008.

LINCOLN, G.A., RACEY, P.A., SHARP, P.J., & KLANDORF, H. Endocrine changes associated with spring and autumn sexuality of the rook, *Corvus frugilegus*. **Journal of Zoology**, v. 190, n. 2, p. 137-153, 1980.

LINDSTRÖM, K. M., HAWLEY, D. M., DAVIS, A. K., & WIKELSKI, M. Stress responses and disease in three wintering house finch (*Carpodacus mexicanus*) populations along a latitudinal gradient. **General and Comparative Endocrinology**, v. 143, n. 3, p. 231-239, 2005.

LOBATO, D. N., BRAGA, É. M., BELO, N. D. O., & ANTONINI, Y.. Hematological and parasitological health conditions of the Pale-breasted Thrush (*Turdus leucomelas*)(Passeriformes: Turdidae) in southeastern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 28, n. 6, p. 771-776, 2011.

MALLORY, M. L., LITTLE, C. M., BOYD, E. S., BALLARD, J., ELLIOTT, K. H., GILCHRIST, H. G., SHUTLER, D. Leucocyte profiles of Arctic marine birds: correlates of migration and breeding phenology. **Conservation physiology**, v. 3, n. 1, p. cov028, 2015.

MAXWELL, M. H. et al. Comparison of haematological values in restricted-and ad libitum-fed domestic fowls: Red blood cell characteristics. **British Poultry Science**, v. 31, n. 2, p. 407-413, 1990.

MCEWEN, B.S.; WINGFIELD, J.C. The concept of allostasis in biology and biomedicine. **Hormones and behavior**, v. 43, n. 1, p. 2-15, 2003.

MCFARLANE, JAMES M.; CURTIS, STANLEY E. Multiple concurrent stressors in chicks. 3. Effects on plasma corticosterone and the heterophil: lymphocyte ratio. **Poultry Science**, v. 68, n. 4, p. 522-527, 1989.

MEILLÈRE, A., BRISCHOUX, F., PARENTEAU, C., & ANGELIER, F. Influence of urbanization on body size, condition, and physiology in an urban exploiter: a multi-component approach. **PloS one**, v. 10, n. 8, p. e0135685, 2015.

MILENKAYA, O., WEINSTEIN, N., LEGGE, S., & WALTERS, J. R. Variation in body condition indices of crimson finches by sex, breeding stage, age, time of day, and year. **Conservation Physiology**, v. 1, n. 1, p. cot020, 2013.

MINIAS, P. The use of haemoglobin concentrations to assess physiological condition in birds: a review. **Conservation Physiology**, v. 3, n. 1, p. cov007, 2015.

MINIAS, P.; JANISZEWSKI, T. Territory selection in the city: can birds reliably judge territory quality in a novel urban environment?. **Journal of Zoology**, 2016.

MØLLER, A.P. Successful city dwellers: a comparative study of the ecological characteristics of urban birds in the Western Palearctic. **Oecologia**, v. 159, n. 4, p. 849-858, 2009.

MORTON, M.L. Hematocrits in montane sparrows in relation to reproductive schedule. **Condor**, p. 119-126, 1994.

MORTON, M.L.; KING, J.R.; FARNER, D.S. Postnuptial and postjuvenile molt in White-crowned Sparrows in central Alaska. **The Condor**, v. 71, n. 4, p. 376-385, 1969.

MURPHY, M.E.; KING, J.R. Energy and nutrient use during moult by White-crowned Sparrows *Zonotrichia leucophrys gambelii*. **Ornis Scandinavica**, p. 304-313, 1992.

NEWTON, I.; ROTHERY, P. The timing, duration and pattern of moult and its relationship to breeding in a population of the European greenfinch *Carduelis chloris*. **Ibis**, v. 147, n. 4, p. 667-679, 2005.

NORTE, A. C., RAMOS, J. A., SOUSA, J. P., & SHELDON, B. C. Variation of adult great tit *Parus major* body condition and blood parameters in relation to sex, age, year and season. **Journal of Ornithology**, v. 150, n. 3, p. 651, 2009.

OWEN, J.C.; MOORE, F.R. Seasonal differences in immunological condition of three species of thrushes. **The Condor**, v. 108, n. 2, p. 389-398, 2006.

PAP, P. L., VÁGÁSI, C. I., TÖKÖLYI, J., CZIRJÁK, G. Á., & BARTA, Z. Variation in haematological indices and immune function during the annual cycle in the Great Tit *Parus major*. **Ardea**, v. 98, n. 1, p. 105-112, 2010.

POTASCHEFF, C. M. **Identificação das Angiospermas do Campus da UNESP-Rio Claro/SP.** Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Biociências (Graduação em Ecologia), Unesp Rio Claro. 2007

PRINZINGER, R.; HAKIMI, G. A. The influence of moulting on blood parameters in the Starling *Sturnus vulgaris*. **Journal fur Ornithologie**, v. 138, n. 2, p. 233-234, 1997.

ONIKI, Y.; WILLIS, E.O. Birds of a central São Paulo woodlot: 4. morphometrics, cloacal temperatures, molt and incubation patch. **Ornitologia e Conservação: da Ciência às Estratégias. Tubarão**: Ed. Unisul, p. 93-101, 2001.

POWELL, C.; LILL, A.; JOHNSTONE, C.P. Body condition and chronic stress in urban and rural Noisy Miners. **Open Ornithol J**, v. 6, p. 25-31, 2013.

RUIZ, G., ROSENMAN, M., NOVOA, F. F., & SABAT, P. Hematological parameters and stress index in rufous-collared sparrows dwelling in urban environments. **The Condor**, v. 104, n. 1, p. 162-166, 2002.

SAINO, N., CUERVO, J.J., KRIVACEK, M., de LOPE, F., MØLLER, A.P. Experimental manipulation of tail ornament size affects the hematocrit of male barn swallows (*Hirundo rustica*). **Oecologia**, v. 110, n. 2, p. 186-190, 1997.

SANZ, J. J., MORENO, J., MERINO, S., & TOMÁS, G. A trade-off between two resource-demanding functions: post-nuptial moult and immunity during reproduction in male pied flycatchers. **Journal of Animal Ecology**, v. 73, n. 3, p. 441-447, 2004.

SCHWAB, R., SCHAFER, V. Avian thermoregulation and its significance in starling control. In: Marsh, R.E. (Ed.), **Proceedings of the 5th Vertebrate Pest Conference**, pp. 127-137. 1972

SEBAIO, F., BRAGA, E. M., BRANQUINHO, F., MANICA, L. T., & MARINI, M. A. Blood parasites in Brazilian Atlantic Forest birds: effects of fragment size and habitat dependency. **Bird Conservation International**, v. 20, n. 4, p. 432-439, 2010.

SERESS, G. **Individual and population level effects of urbanization on house sparrows (*Passer domesticus*) in Hungary= Az élőhely-urbanizáció egyedi és populációs szintű hatásai házi verebknél (*Passer domesticus*)**. Tese de Doutorado. Pannon Egyetem, 2015

SERGEANT, N.; ROGERS, T.; CUNNINGHAM, M. Influence of biological and ecological factors on hematological values in wild Little Penguins, *Eudyptula minor*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 138, n. 3, p. 333-339, 2004.

SHARP, P.J. Strategies in avian breeding cycles. **Animal Reproduction Science**, v. 42, n. 1, p. 505-513, 1996.

SHAVE, HAZEL J.; HOWARD, Valeria. A HEMATOLOGIC SURVEY OF CAPTIVE WATERFOWL 1. **Journal of wildlife diseases**, v. 12, n. 2, p. 195-201, 1976.

SHOCHAT, E., WARREN, P. S., FAETH, S. H., MCINTYRE, N. E., & HOPE, D. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. **Trends in ecology & evolution**, v. 21, n. 4, p. 186-191, 2006.

SICK, H. *Ornitologia Brasileira*, edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. **Rio de Janeiro: Nova Fronteira**, 1997.

SMITH, F.M. West N.H. Jones D.R. The cardiovascular system. In: **Sturkie's Avian Physiology**, edited by Whittow GC. San Diego, CA: Academic, 2000, p. 141-231.

TAMZIL, M. H., NOOR, R. R., HARDJOSWORO, P. S., MANALU, W., & SUMANTRI, C. Acute heat stress responses of three lines of chickens with different heat shock protein (HSP)-70 genotypes. **International Journal of Poultry Science**, v. 12, n. 5, p. 264, 2013.

TAMZIL, M. H., NOOR, R. R., HARDJOSWORO, P. S., MANALU, W., & SUMANTRI, C. Hematological response of chickens with different heat shock protein 70 genotypes to acute heat stress. **International Journal of Poultry Science**, v. 13, n. 1, p. 14, 2014.

VALKIUNAS, Gediminas. **Avian malaria parasites and other haemosporidia**. CRC press, 2004.

VIEIRA, J. N., COELHO, E. G. A., TEIXEIRA, C. S., & OLIVEIRA, D. A. A. PCR como técnica para sexagem molecular em aves. **Rev. bras. reprod. anim**, p. 199-201, 2012.

VLECK, C. M., VERTALINO, N., VLECK, D., & BUCHER, T. L. Stress, corticosterone, and heterophil to lymphocyte ratios in free-living Adelie penguins. **The condor**, v. 102, n. 2, p. 392-400, 2000.

WAGNER, E.C.; STABLES, C.A.; WILLIAMS, T.D. Hematological changes associated with egg production: direct evidence for changes in erythropoiesis but a lack of resource dependence?. **Journal of Experimental Biology**, v. 211, n. 18, p. 2960-2968, 2008

WALBERG, J. White blood cell counting techniques in birds. In: *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. WB Saunders, 2001. p. 72-76.

WHITTOW, G. Causey (Ed.). **Sturkie's avian physiology**. Elsevier, 2000.

WILLIAMS, T. D., CHALLENGER, W. O., CHRISTIANS, J. K., EVANSON, M., LOVE, O., & VEZINA, F. What causes the decrease in haematocrit during egg production? **Functional Ecology**, v. 18, n. 3, p. 330-336, 2004.

WILLIE, J.; TRAVERS, M.; WILLIAMS, T. D. Female zebra finches (*Taeniopygia guttata*) are chronically but not cumulatively “anemic” during repeated egg laying in response to experimental nest predation. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 83, n. 1, p. 119-126, 2010.

WINGFIELD, J.C. Organization of vertebrate annual cycles: implications for control mechanisms. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1490, p. 425-441, 2008.

WINGFIELD, J.C. The concept of allostasis: coping with a capricious environment. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 2, p. 248-254, 2005.

WOJCZULANIS-JAKUBAS, K., JAKUBAS, D., CHASTEL, O., & KULASZEWICZ, I. A big storm in a small body: seasonal changes in body mass, hormone concentrations and leukocyte profile in the little auk (*Alle alle*). **Polar Biology**, v. 38, n. 8, p. 1203-1212, 2015.