
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANA CAROLINA ANTUNES

**EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL
SOBRE PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS
EM TRÊS ESPÉCIES DE MORCEGOS
(*Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e
Sturnira lilium)**

ANA CAROLINA ANTUNES

EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE PARÂMETROS
HEMATOLÓGICOS EM TRÊS ESPÉCIES DE MORCEGOS
(*Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*)

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo Pereira da Cruz Neto

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de
bacharela em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2013

599.4 Antunes, Ana Carolina
 A636e Efeito da fragmentação florestal sobre parâmetros
 hematológicos em três espécies de morcegos (*Artibeus*
lituratus, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*) / Ana
 Carolina Antunes. - Rio Claro, 2013
 38 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências
 Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
 Biociências de Rio Claro
 Orientador: Ariovaldo Pereira da Cruz Neto

1. Morcego. 2. Chiroptera. 3. Habitat fragmentado. 4.
 Fisiologia da conservação. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ariovaldo Pereira da Cruz Neto pela excelente orientação, dedicação e acessibilidade ao longo do trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte financeiro fornecido ao projeto temático (“Effects of global climate change of the Brazilian fauna: a conservation physiology approach” – processo # 2008/57687-0).

Ao Prof. Dr. Guilherme Gomes pelas inúmeras ajudas e sugestões para a realização desse trabalho.

Ao Guilherme Ambar, pelo esforço em campo, bem como pelas e sugestões e auxílio para a produção desse trabalho.

Aos meus amigos, de coração, por todo o apoio que me forneceram, sempre que precisei: Fiona, Curi, Farofinha, Luma, Sorv's, Macia, Filô, Psico (companheiras de moradia, amadas), Lucia, república Tijuana (e todos os seus agregados), Reto, Pajé, Bernie, Muzambo, Manu.

A minha companheira de campo a quem devo muito mais do que gratidão por ter me ajudado a concretizar esse trabalho, Margot.

Ao João, pela confiança e presença durante todos esses anos.

Ao Leandro, pelo o crescimento pessoal, sugestões e apoio.

A minha família, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e incentivando.

Aos que passaram por minha vida e deixaram marcas, contribuindo para eu me tornar a pessoa que sou hoje.

A todos os colegas e amigos, porventura não citados, mas que de alguma forma foram importantes durante esse processo.

RESUMO

Morcegos são considerados excelentes bioindicadores para determinar os efeitos do processo de fragmentação do habitat. A análise de parâmetros hematológicos é uma das possibilidades para se acessar o status fisiológico desses animais e elucidar como as espécies estão lidando com essas alterações. No presente trabalho quantificamos as alterações no padrão hematológico (concentração de hemoglobina e conteúdo de hematócrito) de três espécies de morcegos filostomídeos: *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, em áreas fragmentadas de Mata Atlântica situadas no nordeste do estado do Paraná, e de uma área contínua inserida no mesmo bioma (Parque Nacional do Iguaçu). Os indivíduos foram capturados com redes de neblina, e uma amostra de sangue foi retirada da veia da protopatágio e analisada através de um hemoglobinômetro portátil (Hemo_Vet EKF Diagnostics, Germany). Para *C. perspicillata* e *S. lilium* não houve efeito da área sobre os parâmetros hematológicos analisados. Para *A. lituratus* o Modelo Geral Linear (MGL) mostrou que a concentração de hemoglobina e o valor de hematócrito são maiores no inverno em relação ao verão e para indivíduos machos quando comparados a fêmeas. Em relação à concentração de hemoglobina a área também foi um fator de influência significativa, com os indivíduos dos fragmentos apresentando valores mais elevados quando comparados com os da área contínua. A partir desses resultados foi possível inferir, para *A. lituratus*, algumas estratégias utilizadas para lidar com os efeitos da fragmentação, bem como consequências dessas alterações. Aparentemente a aclimação sazonal é realizada, variando os parâmetros hematológicos para assegurar um fornecimento adequado de oxigênio. Para as espécies *C. perspicillata* e *S. lilium*, a diferença não significativa mostra que essas espécies provavelmente respondem as alterações no habitat de forma distinta. Os resultados obtidos com esse trabalho são pontuais, porém de extrema relevância, pois trazem informações fundamentais a respeito da resposta fisiológica dessas espécies em um curto período de tempo. Não obstante, é fundamental que mais estudos sejam realizados, de modo que se entenda de forma abrangente os mecanismos fisiológicos e ecológicos das espécies para lidar com o processo de fragmentação de habitat que vem ocorrendo.

Palavras-chave: Fragmentação de habitat. Chiroptera. Fisiologia da conservação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.	05
2. MATERIAIS E MÉTODOS	09
2.1. Áreas de Estudo.	09
2.2. Espécies Estudadas.	13
2.3. Captura dos Animais.	14
2.4 Análise Hematológica	14
2.5 Análises Estatísticas	16
3. RESULTADOS.	18
3.1 Descrição dos Parâmetros Climáticos.	18
3.2 Parâmetros Hematológicos	18
4. DISCUSSÃO....	22
5. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a forte pressão antrópica sobre as áreas florestais remanescentes acentuou o processo de fragmentação e perda de hábitat em diversas regiões do planeta (ASNER et al., 2009; LEWIS et al., 2009; RUDEL et al., 2009; FAO, 2011). Diversos estudos evidenciam os efeitos da modificação da paisagem como o isolamento, fragmentação e degradação de habitat, com o rompimento de suas interações mutualísticas, contribuindo para o declínio populacional de muitas espécies, aumento da pressão de predadores, intensificação dos efeitos de borda, imigração de espécies exóticas e mudanças microclimáticas (LOVEJOY et al., 1986; BIER-REGAARD et al., 1992; TERBORGH, 1992; FISHER; LINDENMAYER, 2007).

Abordagens fisiológicas podem ser utilizadas em testes experimentais para avaliar a resposta dos organismos frente a diferentes tipos de alterações ambientais, permitindo, assim, previsões para futuros cenários ambientais (PÖRTNER AND FARRELL, 2008; HUEY ET AL, 2012). A fisiologia da conservação é uma disciplina científica integradora, que aplica conceitos, ferramentas e conhecimentos da fisiologia para a caracterização da diversidade biológica e suas implicações ecológicas; compreensão e prevenção de como os organismos, populações e ecossistemas respondem às mudanças ambientais e fatores de estresse, e resolução de problemas de conservação em toda a ampla gama de táxons, incluindo microorganismos, plantas e animais (COOKE et al., 2013). Como resultado, ela proporciona uma compreensão mecanicista de como as perturbações ambientais podem impactar sobre as respostas fisiológicas dos indivíduos e, conseqüentemente, sobre as funções ecológicas, persistência populacional e sobrevivência das espécies (SEABACHER & FRANKLIN, 2012).

A fisiologia da conservação tem como uma de suas premissas a aplicação de abordagens teóricas e de ferramentas práticas da fisiologia com intuito de elucidar problemas relacionados à conservação de espécies (SEABACHER & FRANKLIN, 2012). Do ponto de vista metodológico, qualquer medida que permita indicar o estado fisiológico de um indivíduo de forma rápida e precisa poderia então ser utilizada como ferramenta para elucidar os efeitos diferenciais de distúrbios antrópicos. Uma das técnicas mais simples e menos invasivas para se acessar o status fisiológico e de saúde de uma população natural de vertebrados é a análise

de parâmetros hematológicos (SÁNCHEZ-GUZMÁN et al., 2004; SEAMAN et al., 2005). A análise desses parâmetros permite a detecção de mudanças nas condições fisiológicas, patológicas, ecológicas e ambientais em populações naturais (SARASOLA et al., 2004; SEAMAN et al., 2005). Em populações de pássaros silvestres, por exemplo, a hematologia clínica é um procedimento bem difundido, utilizado para avaliar o estado de saúde dos animais. A análise de parâmetros hematológicos possibilita maior acesso às informações acerca da condição corpórea e estado nutricional dos animais (e.g. CHEREL et al., 1988; MÉRILA & SVENSSON, 1995; ALVAREZ et al., 2006; NADOLSKI et al., 2006). O diferencial nesse tipo de estudo é o potencial de detectar mudanças fisiológicas rápidas em animais vivos, permitindo possíveis ações de melhoria (ARTACHO et al., 2007).

O valor de hematócrito consiste na proporção de hemácias em relação ao volume sanguíneo total. Frequentemente é interpretado como um índice comparativo de nutrição, estado de saúde ou condição animal (FRANZMANN, 1971). Elevações nesse parâmetro provavelmente podem ser atribuídas à hemoconcentração, devido à desidratação, já que em caso de mamíferos em estado de inanição, a perda de peso é reflexo principalmente de perda de água (YOUNG & SCRIMSHAW, 1971). Korine e colaboradores (1999) observaram que o morcego pteropodídeo *Rousettus aegyptiacus* apresenta menor valor de hematócrito (maior hemodiluição) durante a manhã, após forragear, quando comparado ao valor de hematócrito durante a noite, antes do forrageio. A partir desses dados, nesse trabalho, Korine e seus colaboradores (1999) relacionaram a queda diária no valor de hematócrito à atividade de forrageio do animal. Anos mais tarde, Henry e colaboradores (2007) também observaram que o valor de hematócrito parece refletir as variações no estado nutricional (ou eficiência de forrageio) em curto prazo em morcegos frugívoros, cuja dieta é rica em água.

Morcegos, por sua ampla diversidade numérica e pela gama de serviços prestados aos ecossistemas, são considerados excelentes bioindicadores para determinar os efeitos da fragmentação (JONES ET AL., 2009) e, mesmo sendo amplamente utilizados em estudos sobre esses efeitos, especialmente em regiões Neotropicais (FENTON et al., 1992; GALLO et al., 2010), sua resposta a esse distúrbio permanece pouco compreendida. Phyllostomidae é a mais diversificada família dos morcegos na região neotropical (REX et al. 2008). Alimentam-se de néctar, pólen, frutos, insetos, pequenos vertebrados e até mesmo sangue

(GARDNER, 1977). Sua diversidade e diferencial dependência de ambientes florestais potencialmente os tornam os principais indicadores de perturbação em florestas neotropicais (JONES et al. 2009).

Morcegos têm os mais altos níveis de hematócrito medidos dentre os mamíferos (FIGUEROA et al., 2007). Parâmetros hematológicos semelhantes são encontrados em aves beija-flores, fato que pode estar relacionado à evolução em resposta a alta demanda energética para o voo (JOHANSEN et al., 1987). A atividade de voo nesses animais requer grande capacidade aeróbica para sustentar exercícios de resistência (BUFFENSTEIN et al., 1999, COTTONTAIL et al, 2009, HEARD & WHITTIER, 1997, RODRIGUEZ-DURAN & PADILLA-RODRIGUEZ, 2008). Assim, a eficácia do metabolismo e fisiologia dos músculos, bem como a maioria dos outros sistemas fisiológicos, depende do ambiente celular (temperatura, pH, equilíbrio ácido-base, etc.), que é influenciado pelo ambiente externo (HUEY et al., 2012). Em animais endotérmicos, uma diminuição na temperatura ambiental provoca um aumento da produção de calor metabólico e, em contrapartida, o aumento da temperatura leva à queda de produção de calor metabólico (ANGILLETTA, 2009). A aclimação ao frio pode ser alcançada através do aumento dos níveis de hematócrito (Hct), hemoglobina (Hb), ou de glóbulos vermelhos (RBC), a fim de aumentar a capacidade de transporte de oxigênio (ROSENMAN & RUIZ, 1993).

No presente trabalho analisamos os parâmetros hematológicos de conteúdo de hematócrito, bem como a concentração de hemoglobina em populações de morcegos das espécies *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*, encontradas em áreas fragmentadas e contínuas. A análise desses parâmetros hematológicos tem o objetivo de quantificar possíveis variações nas diferentes espécies em resposta às alterações no estado nutricional e disponibilidade de recursos entre as áreas fragmentadas e contínuas.

É sobre o seguinte prisma que o presente projeto está embasado: o uso das ferramentas e conceitos da fisiologia, em especial padrões hematológicos, para tratar da temática dos efeitos diferenciais da fragmentação sobre espécies de morcegos da Mata Atlântica. O grupo Chiroptera (especialmente a família Phyllostomidae), é considerado modelo para avaliar os impactos das alterações antrópicas no habitat, principalmente aquelas associadas com fragmentação e degradação (JONES et al., 2009). Sendo muito alta a velocidade com que a Mata

Atlântica vem sendo fragmentada, são necessários estudos que possam determinar o impacto deste efeito à medida que vem ele ocorrendo. Dentro desse contexto têm-se as seguintes hipóteses de trabalho:

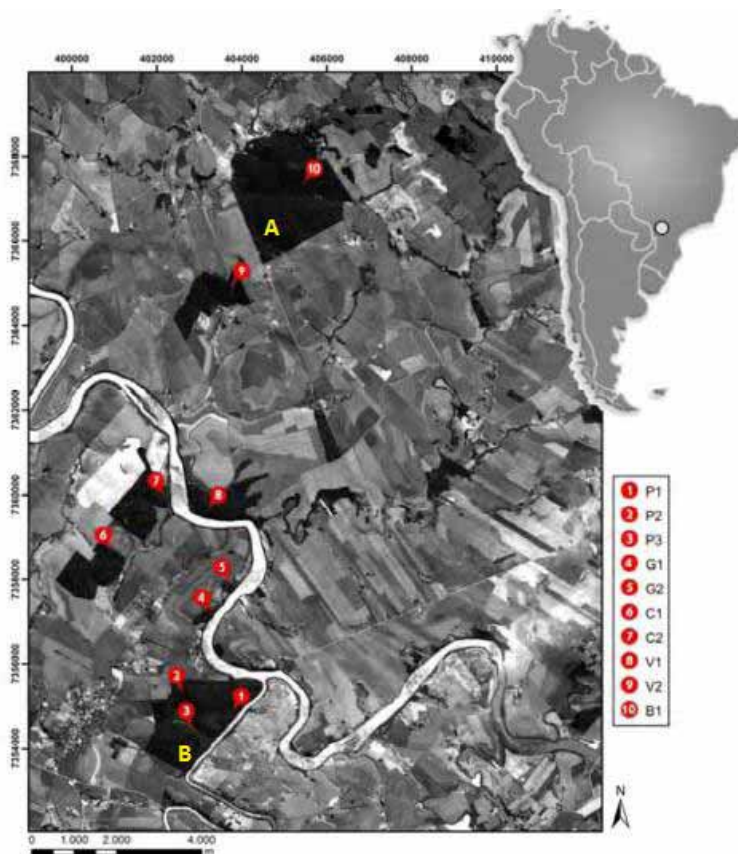
- a) Morcegos capturados nas áreas fragmentadas apresentam alteração nos valores de hematócrito e hemoglobina quando comparados com indivíduos do ambiente contínuo, um reflexo das alterações fisiológicas desses animais para a permanência nesses locais alterados.
- b) As variações climáticas influenciam de forma que no inverno, tanto a concentração de hemoglobina quanto o valor de hematócrito, sejam mais elevadas quando comparados com o verão. Durante o inverno a disponibilidade de recursos, bem como a capacidade de forrageio desses animais, tende a ser reduzidas. Além disso, a atividade metabólica é ainda maior, o que requer uma demanda energética elevada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

Os animais foram amostrados em dois fragmentos de floresta localizados no noroeste do estado do Paraná (Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, município de Fênix e RPPN Fazenda Barbacena, município de São Pedro do Ivaí), distantes 12 quilômetros entre si (maior distância entre fragmentos), separados por matriz agrícola (Figura 1). A área de mata contínua é o Parque Nacional do Iguaçu, localizado no município de Foz do Iguaçu, Paraná, que através do Rio Iguaçu no limite sul, faz fronteira com o Parque Nacional Iguazú (Argentina). A área total do parque é de 185.262,5 hectares, com um perímetro de aproximadamente 420Km abrigando a maior e mais importante área de Floresta Estacional Semidecidual (floresta tropical subcaducifolia) do país. Foram escolhidas duas áreas de amostragem, distantes 12 quilômetros entre si, distância esta inteiramente ocupada por mata contínua.

Figura 1 - Área de estudo localizada na Floresta Atlântica dos municípios de Fênix e São Pedro do Ivaí, estado do Paraná, sul do Brasil. O ponto **(A)** indica o fragmento Barbacena (550 ha), limitado por plantios de cana-de-açúcar, por uma rodovia (PR-457) e pelo ribeirão Axel. O ponto **(B)** indica o Parque Vila Rica do Espírito Santo (354 ha), próximo à área urbana do município de Fênix e limitado por áreas de cultivo (milho ou soja) e pelos rios Ivaí e Corumbataí (BIANCONI, 2009).



Fonte: BIANCONI, 2009

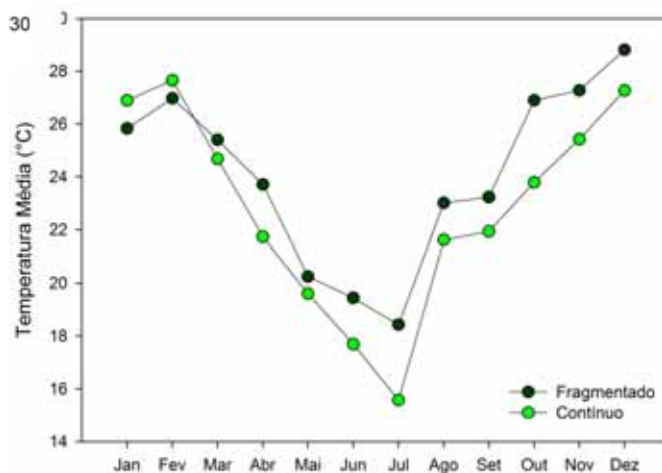
No ano de 2013 a precipitação total para a área contínua variou entre 149 e 425 mm nos meses de janeiro e fevereiro e entre 6 e 262 mm nos meses de agosto e outubro do ano de 2012. Na área fragmentada, em 2013 variou entre 96 e 531 mm, também em janeiro e fevereiro e em 2012 variou entre 0 e 216 mm nos meses de agosto e junho. As temperaturas médias variaram entre 23 e 26°C, e 25 e 27°C, máximas entre 29 e 32, e 31 e 35°C, e mínimas entre 19 e 21, e 18 e 19°C, nas áreas contínua e fragmentada, respectivamente (Figura 2, A-D).

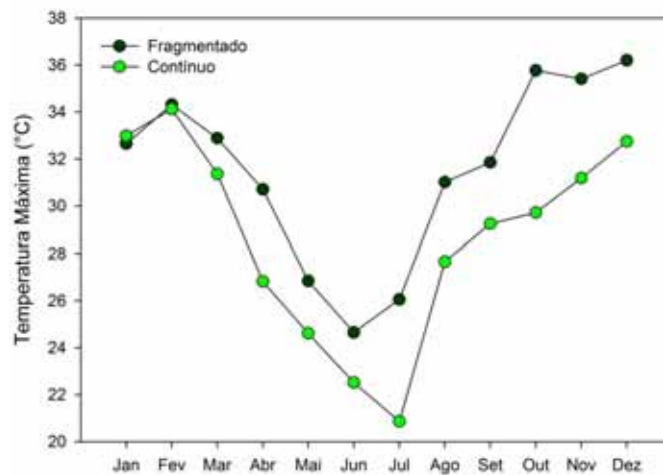
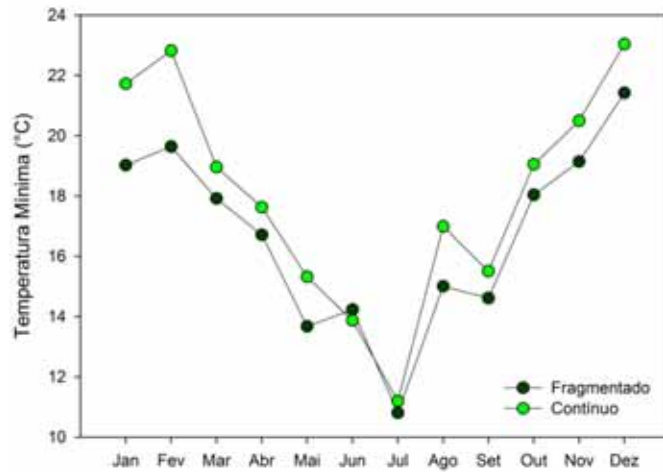
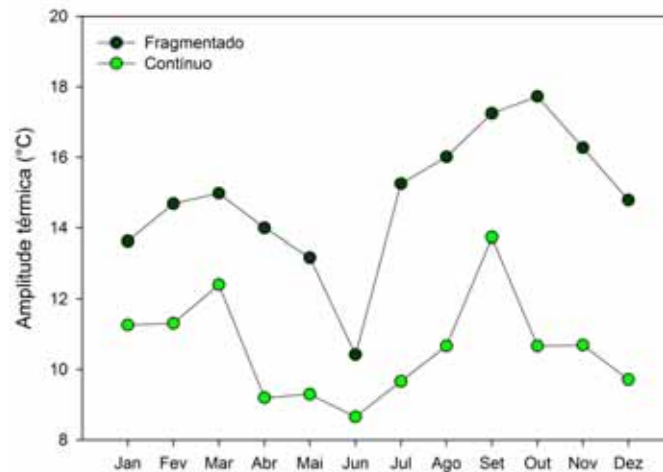
Para a análise das variáveis climáticas foi realizada uma Anova de duas vias considerando os fatores estação e área. Para o parâmetro precipitação não houve interação significativa entre os fatores ($p=0.826$). Para os fatores temperatura média, máxima e mínima, os meses de verão exibem médias maiores que os de inverno, como já era esperado. Ao analisar a temperatura média (Figura 2-A), nota-se que a interação entre os fatores é significativa ($p<0.001$), com o valor médio no inverno da área fragmentada maior que da contínua. O mesmo não acontece no verão, onde as duas áreas não exibem diferença significativa entre si. O parâmetro temperatura máxima (Figura 2-B) também apresentou interação significativa entre os fatores

($p < 0.001$). Durante o verão a média foi maior no ambiente contínuo que no fragmentado, ao contrário do inverno, em que a média nos fragmentos foi significativamente maior quando comparada a mata contínua. Em relação à temperatura mínima (Figura 2-C), a interação entre área e estação foi significativa ($p < 0.001$), com os valores das médias na área contínua maiores que na área fragmentada, tanto no verão quanto no inverno. Para a amplitude térmica (Figura 2-D) também se observou interação significativa entre os fatores ($p < 0.001$), com os valores das médias maiores nos fragmentos do que no habitat contínuo, tanto no verão como no inverno. Nos fragmentos, durante o inverno, observou-se que a média da amplitude térmica foi maior quando comparada ao verão, ao contrário do ambiente contínuo, onde não ocorreu diferença significativa entre essas estações.

Figura 2 - Variação mensal de parâmetros climáticos de temperatura média **(A)**, temperatura máxima **(B)**, temperatura mínima **(C)**, amplitude térmica **(D)** e precipitação **(E)** para as áreas fragmentadas e contínuas.

A

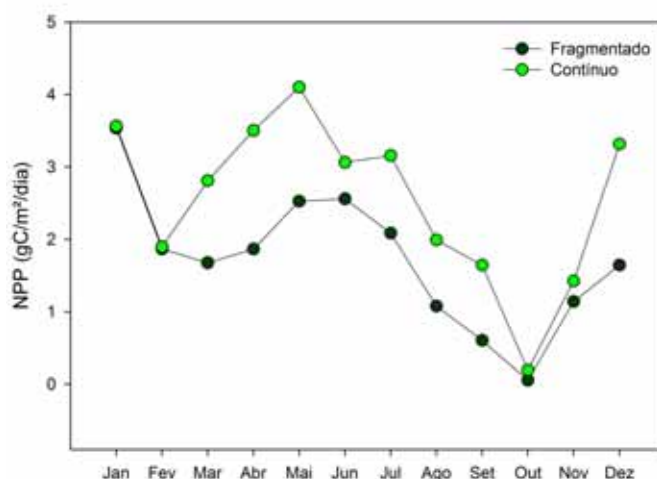


B**C****D**

A produtividade primária líquida - PPL ("Net Primary Productivity") é um dos processos ecológicos mais modelados, pois reflete tanto a produtividade da vegetação quanto o sequestro de carbono. Mudanças na PPL podem afetar a composição da atmosfera (PIMM; RAVEN, 2000), disponibilidade de água doce

(SALA et al., 2000) e a biodiversidade (DEFRIES et al., 1999). Os dados para a área de estudo foram obtidos através do website da Nasa (<http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/>), e caracterizam a diferença entre a quantidade de dióxido de carbono absorvido pelas plantas em comparação com o quanto é emitido por elas. A área contínua apresenta PPL significativamente maior que a fragmentada ($p < 0.05$), sendo maio o mês de maior produtividade e outubro, o menor, no ambiente contínuo e para os fragmentos janeiro apresentou maior produtividade e outubro a menor. (Figura 3).

Figura 3 - Variação mensal dos valores de PPL para as áreas fragmentada e contínua.

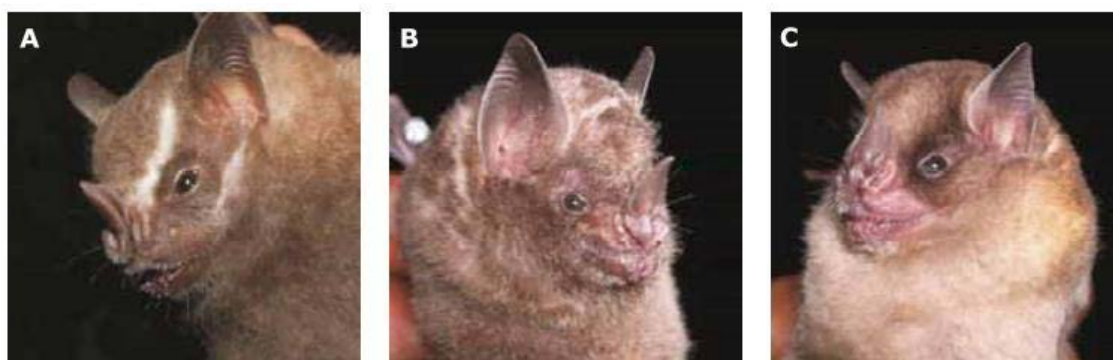


2.2 Espécies estudadas

As espécies selecionadas para o estudo foram *A. lituratus*, *C. perspicillata* e *S. liliium* (Figura 4), devido a sua abundância no local de estudo, alta capturabilidade e diferentes históricos de vida. Possuem ampla distribuição geográfica e podem ser encontradas em locais bastante antropizados (edificações humanas, por exemplo). Pertencentes à família Phyllostomidae, possuem hábito predominantemente frugívoro e se abrigam em ocos de árvores, sob folhagens e grutas. As espécies *C. perspicillata* e *S. liliium* são de menor porte, com peso variando de 18,5g a 21g e antebraço de 40mm a 42mm, enquanto *A. lituratus* tem peso médio de 75g e 75mm de antebraço. (VIZOTTO & TADDEI, 1973; SIMMONS, 2005). Ainda que essas espécies possuam alta capturabilidade nas áreas de estudo, ocorre um padrão de abundância entre elas. *A. lituratus* é numericamente dominante, tanto na área contínua como nos fragmentos. Já *C. perspicillata* é mais abundante nos fragmentos

enquanto *S. lilium* possui maior expressividade numérica no ambiente contínuo. (BIANCONI, 2004; SEKIAMA, 2001).

Figura 4 - Espécies de filostomídeos selecionadas para o estudo, sendo (A) *Artibeus lituratus* (Foto: BIANCONI, G.V.), (B) *Carollia perspicillata* (Foto: M.A.MELLO) e (C) *Sturnira lilium* (Foto: M.A.MELLO).



Fonte: BIANCONI, 2009

2.3 Captura dos animais

Foram realizadas três campanhas, nos anos de 2012 e 2013. A primeira nos meses de fevereiro/março, durante o verão (estação chuvosa), a segunda nos meses de setembro/outubro, durante o inverno (estação seca) e a última nos meses de fevereiro/março do ano seguinte. Os animais foram capturados através de redes-de-neblina que permaneceram abertas por períodos de aproximadamente 11 horas após o anoitecer, totalizando um esforço de 300 m² x hora x noite. Após a captura do animal era coletado sangue, feita a marcação com anéis metálicos numerados, sexagem e então os indivíduos eram liberados. Todas as intervenções seguiram as normas propostas pela ASM (AMERICAN SOCIETY OF MAMMALOGIST GANNON et al., 2007) e as licenças de coleta devidamente obtidas junto aos órgãos competentes (ICMBio/SISBI: 21748-4 data de emissão: 28/12/2011; CEUA: Decisão CEUA nº007/2012 protocolo nº 0096).

2.4 Análise hematológica

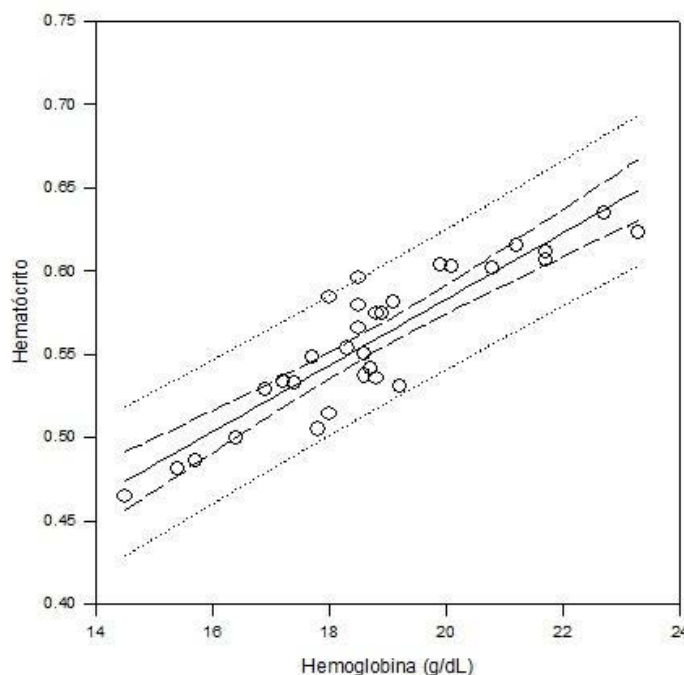
As capturas foram realizadas ao longo da noite, das 19h00 às 6h00, de forma a obter indivíduos durante toda a sua atividade. As amostras de sangue eram retiradas imediatamente após a coleta do animal, através da punção da veia superior

do propatágio ou do uropatágio, com uma agulha de baixo calibre, e o sangue analisado através de um hemoglobinômetro portátil (Hemo_Vet EKF Diagnostics, Germany) para a determinação da concentração de hemoglobina e porcentagem de hematócrito. O equipamento expressa quantitativamente a concentração de hemoglobina (g/dL) no sangue animal. Dentro de uma microcuveta que é inserida no aparelho, uma amostra de aproximadamente 8µL de sangue é analisada, através de um fotômetro. Após o procedimento os animais eram liberados. No total, 160 indivíduos foram coletados nos anos de 2012 e 2013.

Previamente foi realizada uma regressão linear do valor de hemoglobina fornecido pelo hemoglobinômetro e a porcentagem de hematócrito obtida pela técnica dos micro-capilares, através da qual os valores subsequentes de hematócrito foram estimados através dos valores de hemoglobina obtidos pelo Hemo_Vet. Dessa forma foi possível formular uma curva de calibração específica para o grupo Chiroptera.

Para a curva de calibração foi coletado sangue de 32 indivíduos adultos, não prenhes, das espécies *S. liliun*, *C. perspicillata*, *A. lituratus* e *Desmodus rotundus*. As capturas foram realizadas no *campus* da UNESP - Rio Claro, e os *D. rotundus* foram capturados na caverna da Toca, em Itirapina, SP. As amostras de sangue foram retiradas de forma a contemplar a maior amplitude de tempo possível, dentro da faixa de horário de atividade dos animais, de modo a obter um registro completo das variações nos parâmetros hematológicos analisados. Paralelamente ao Hemo_Vet, utilizou-se o método do micro-capilar para a determinação do valor do hematócrito, em que as amostras coletadas em capilares heparinizados eram centrifugadas por 15 min a 10.000 rpm, em uma microcentrífuga portátil. A partir desses resultados foi possível realizar a regressão linear do valor de hemoglobina fornecido pelo hemoglobinômetro (Figura 5) e a porcentagem de hematócrito obtida pela técnica dos micro-capilares, de forma a gerar a equação: $Hct = 0.185 + (0.0199 * Hb)$.

Figura 5 - Regressão linear da concentração de hemoglobina e valor de hematócrito para a obtenção da curva de calibração do hemoglobinômetro específica para o grupo Chiroptera.



2.5 Análises estatísticas

Foi analisado a influência, isolada e sinérgica, de variáveis extrínsecas (horário, variações climáticas e tipo de habitat) e intrínsecas (sexo e massa) sobre a dinâmica do valor de hematócrito e concentração de hemoglobina em *A. lituratus*, *C. perspicillata* e *S. lilium*. Para as análises os dados de massa (g) e hemoglobina (g/dL) foram logaritmizados (base 10) e o hematócrito (%) transformado em arco seno. Testou-se o efeito da massa nesses fatores através de uma análise de covariância (ANCOVA), com o log da massa como covariante. Levando em conta que os resultados não foram significativos, aplicou-se então, para a espécie *A. lituratus*, um modelo geral linear (MGL), onde a variável resposta era a concentração de hemoglobina e as variáveis preditoras categóricas eram o sexo, área (contínua X fragmentada), estação e faixa de horário. Esta forma de análise também foi aplicada para o valor de hematócrito. Baseado no trabalho de Korine e colaboradores (1999), foi feita uma divisão dos indivíduos em dois grupos, baseados no horário de coleta, sendo o grupo 1 os morcegos capturados até as 24h00 (início de sua atividade) e o grupo 2 após as 24h (volta para o abrigo). Parte-se da premissa de que ocorre uma alteração nos parâmetros hematológicos desses animais após o forrageio.

Esse modelo continha todas as variáveis principais, as quais eram analisadas em separado, e também todas as possíveis interações de 2ª e 3ª ordem. Em seguida

eram removidos, sequencialmente, as interações com efeito não significativo ($\alpha = 0,05$), usando como critério os maiores valores de P (GETZ, et al., 2005). O MGL final supostamente deveria conter, portanto, os efeitos de todas as variáveis principais em separado, e os efeitos significativos de suas interações de 2ª e 3ª ordem. Para as outras espécies não foi possível aplicar o modelo MGL devido ao baixo número de indivíduos coletados. Aplicou-se então um teste t para avaliar a variação dos parâmetros hematológicos analisados entre as áreas fragmentadas e contínuas.

3. RESULTADOS

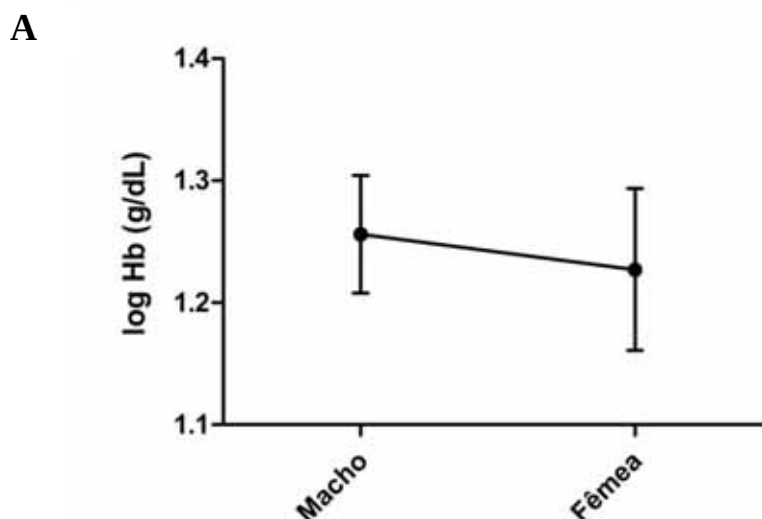
3.1 Parâmetros Hematológicos

Os resultados para *A. lituratus* gerados pelo modelo (MGL) mostraram que não há nenhum efeito de interação entre os fatores sob os parâmetros hematológicos analisados. A concentração de hemoglobina é afetada pelas variáveis: sexo, área e estação (Tabela 1, Figura 6). A variabilidade do valor de hematócrito é afetada pelas variáveis independentes: sexo e estação (Tabela 2, Figura 7).

Tabela 1 - Resultado final do Modelo Geral Linear mostrando os efeitos das variáveis preditoras categóricas (sexo, área, estação e faixa de horário) sobre a variabilidade da concentração de hemoglobina (g/dL) em *A. lituratus*.

Variáveis	<i>F</i>	<i>P</i>
Sexo	7.16	<0.0086
Área	4.11	<0.0449
Estação	11.49	<0.0009
Faixa de horário		0.9471

Figura 6 - Médias e desvios padrão do log Hb de *A. lituratus* para as variáveis significativas (sexo, estação e área). **A.** Média da concentração de Hb entre machos (n=62) e fêmeas (n=53). **B.** Média da concentração de Hb para as áreas fragmentadas (n=50) e contínuas (n=66). **C.** Média da concentração de Hb durante o verão (n=74) e o inverno (n=42).



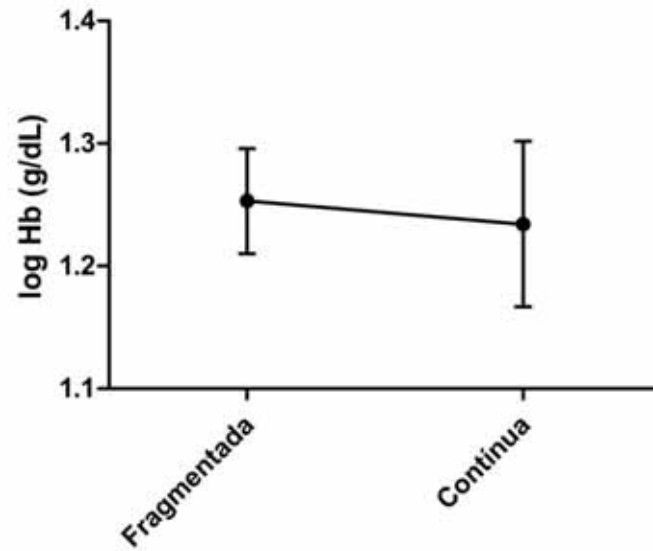
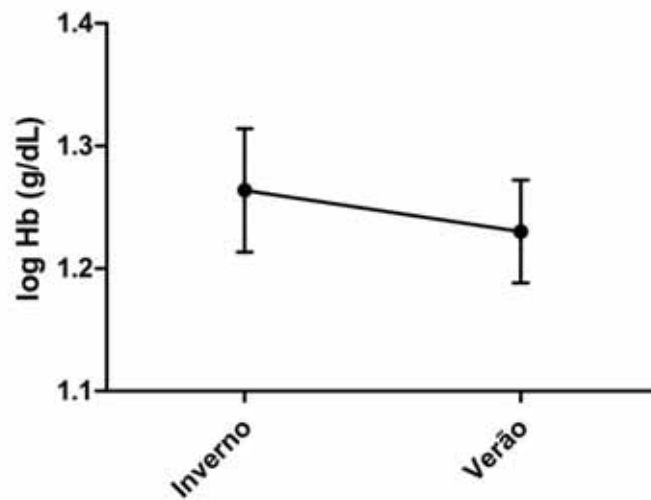
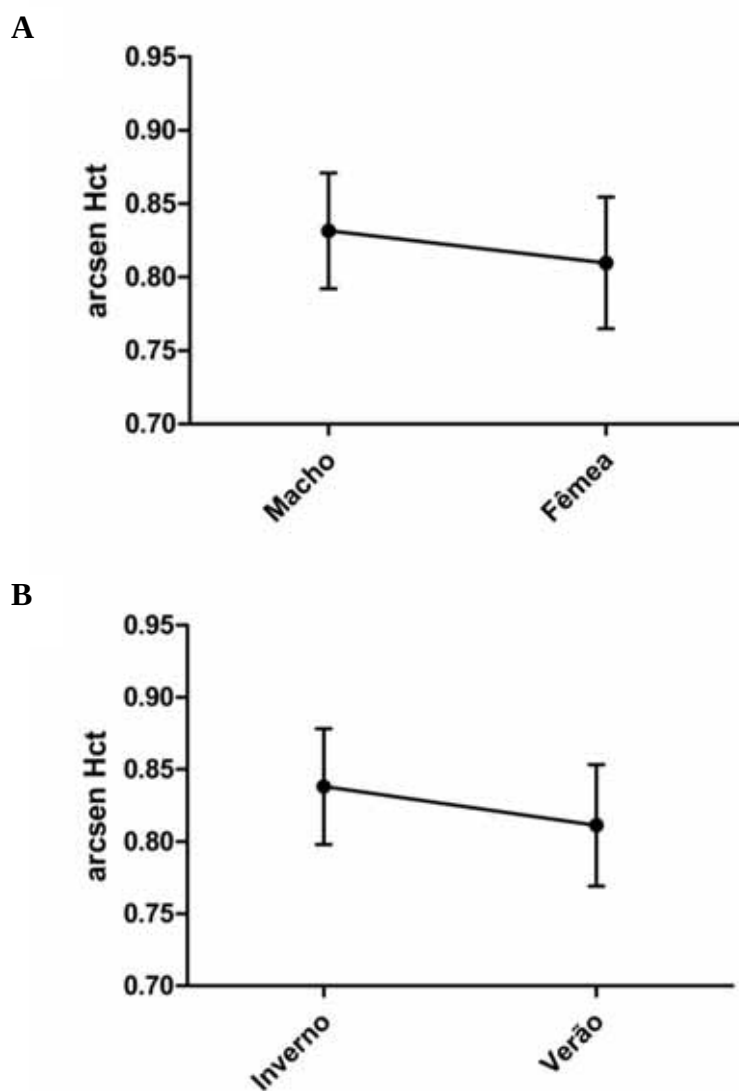
B**C**

Tabela 2 - Resultado final do Modelo Geral Linear mostrando os efeitos das variáveis preditoras categóricas (sexo, área, estação e faixa de horário) sobre a variabilidade do valor de hematócrito (%) em *A. lituratus*.

Variáveis	<i>F</i>	<i>P</i>
Sexo	7.76	<0.0062
Área	3.87	0.0516
Estação	13.67	<0.0003
Faixa de horário	0.09	0.7696

Figura 7 - Médias e desvios padrão do arcsen Hct de *A. lituratus* para as variáveis significativas. **A.** Média da concentração de Hct entre machos (n=62) e fêmeas (n=53). **B.** Média da concentração de Hb durante o verão (n=74) e o inverno (n=42).



Para *C. perspicillata* (fragmento: n=20, contínuo n=8) e *S. lilium* (fragmento: n=13, contínuo: n=8) os valores de p não foram significativos (Tabela 3), mostrando não haver efeito da área sobre a concentração de hemoglobina ou o valor de hematócrito.

Tabela 3 - Resultado do teste t-student para o efeito da área sobre a concentração de hemoglobina e conteúdo de hematócrito para as espécies *S. liliium* e *C. perspicillata*.

	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>C. perspicillata</i>		
Log Hb	2.07	0.3292
Arcsen Hct	1.48	0.6160
<i>S. liliium</i>		
Log Hb	7.12	0.0764
Arcsen Hct	5.34	0.1245

4. DISCUSSÃO

Os valores de hemoglobina e hematócrito encontrados para as três espécies estudadas no presente trabalho são semelhantes aos descritos na literatura (FILHO et al. 2007; REINOSO, 2003; SNYDER, 2012). Para a espécie *A. lituratus* não foram observadas diferenças nos parâmetros analisados entre as duas faixas de horários analisadas. A concentração de hemoglobina nas áreas fragmentadas é maior que nas contínuas (Figura 6-B). Uma tendência semelhante é observada para os níveis de hematócrito, porém as diferenças não foram significativas. O conteúdo de hematócrito e a concentração de hemoglobina são indicadores funcionalmente relacionados à capacidade de transporte oxigênio e são de modo similar, sensíveis ao estado nutricional, deficiências minerais, patógenos, infecções por parasitas (BOLOTNIKOV & SOLOVEV, 1980; CAMPBELL, 1995) e alterações na temperatura do meio (SEALANDER, 1960). No entanto ambos são baseados em princípios biológicos distintos. A quantidade de hemoglobina reflete a química sanguínea e o hematócrito relaciona-se à citologia, como consequência, os valores de hematócrito e da concentração de hemoglobina podem ou não responder a fatores ambientais da mesma forma. (BOLOTNIKOV & SOLOVEV, 1980; CAMPBELL, 1995; LUGER et al. 2003).

A figura 4-C e D mostra que a amplitude térmica apresentou-se significativamente maior, e as mínimas mais baixas, durante os períodos de coleta, nos fragmentos, quando comparado com a área contínua. O intervalo da zona de termoneutralidade para *A. lituratus* vai de 25 a 37.5°C, e sua temperatura corpórea é de aproximadamente 37.3°C (MCNAB, 1969 e 1982). O conceito de termoneutralidade pode ser definido como o intervalo de temperatura ambiente na qual o animal não combate o frio (aumentando a sua produção de calor), nem o calor, (aumentando a perda de calor evaporativo), e na qual a termorregulação comportamental é normalmente ausente (BIANCA, 1974). Para roedores, a zona de termoneutralidade varia em torno de 26-34°C (CANNON, 2011). Quando roedores lidam com temperaturas ambientais (T_a) fora dessa faixa, a manutenção da temperatura corpórea (T_c) requer grandes quantidades de energia, dado a alta relação área de superfície/ volume nesses animais (PORTER, 2009). Golozoubova e colaboradores (2004) demonstraram que o consumo de oxigênio (VO_2) em ratos aumenta em aproximadamente 50% a 22°C, em relação com a termoneutralidade.

Conforme a T_a diminui abaixo da temperatura crítica mais baixa, o calor adicional necessário para manter a T_c constante é fornecido pela chamada termogênese termorreguladora. Esses processos envolvem termogênese por tremor, onde o calor é gerado pela contração dos músculos esqueléticos, e termogênese sem tremor, onde o calor extra é gerado principalmente através de processos celulares na gordura marrom sob o controle de catecolaminas (noradrenalina), liberados pelo sistema nervoso simpático (CANNON & NEDERGAARD, 2004). Já foi demonstrado que as três espécies de morcegos estudadas são capazes de ativar os dois tipos de mecanismos de termogênese para a produção de calor (ALMEIDA & CRUZ-NETO, 2011). Ambos geram um aumento no consumo de oxigênio. Como a quantidade de oxigênio transportado pelo sangue depende mecanisticamente da quantidade de hemoglobina, ao menos em uma gama de concentração de hemoglobina, que não prejudique o fluxo sanguíneo (SCHMIDT-NIELSEN & TAYLOR, 1968, DANIEL et al., 1986, CALBET et al., 2006), era esperado que a concentração fosse maior em locais onde a demanda energética é superior.

Tem sido sugerido que a maior tolerância desses animais em ambientes alterados estaria relacionada à maior capacidade de explorar o mosaico de habitats modificados na matriz, bem como se locomover por longas distâncias (FARIA 2006). Bianconi (2009) demonstrou que o morcego *A. lituratus* apresenta baixa fidelidade, grande área de forrageio e uso conjunto das florestas nos fragmentos estudados. Movimentos de filostomídeos frugívoros são freqüentemente interpretados com base na disponibilidade de alimento (LEMKE 1984, HANDLEY et al. 1991, COSSON et al. 1999, MELLO et al. 2008). Sabe-se, por exemplo, que o gênero *Artibeus* é especialista no consumo de *Ficus* (Moraceae) (FLEMING & HEITHAUS 1981, HANDLEY et al. 1991, GALETTI & MORELLATO 1994), respondendo intensamente aos seus padrões de frutificação (e.g. FLEMING & HEITHAUS 1981, MEDINA et al. 2007). Tendo em vista a menor disponibilidade de recursos nos fragmentos (Figura 3), podemos esperar uma alta mobilidade desses frugívoros na busca por áreas de alimentação. Para isso o sistema de transporte de oxigênio deve ser capaz de suprir a demanda máxima de energia necessária para a locomoção, o que explica a elevada concentração de hemoglobina nesses ambientes alterados.

A variação climática também foi um fator de influência significativa para o valor de hematócrito e para a concentração de hemoglobina (Figuras 7-B e 7-C, respectivamente) de *A. lituratus*. O inverno é um período crítico para qualquer

pequeno mamífero em um ambiente sazonal, devido à diminuição na disponibilidade de alimentos e aumento da demanda energética para a termorregulação. Pequenos mamíferos não-hibernantes enfrentam o desafio de adquirir energia suficiente para permanecerem ativos durante todo o ano e para atender as exigências de uma alta taxa metabólica. O valor elevado de hemoglobina durante o inverno para os indivíduos de *A. lituratus* pode ser explicado pela baixa temperatura na estação e é reflexo da maior atividade metabólica em relação aos meses de verão. Outros trabalhos já demonstraram que pequenos mamíferos têm apresentado um aumento na capacidade de transporte de oxigênio no inverno, quando a atividade metabólica é maior (SEALANDER, 1962, 1964). Os resultados para os valores de hematócrito também são reflexo dessa variação sazonal. Além das baixas temperaturas durante o inverno, a produtividade também é menor (Figura 3). Em morcegos, o hematócrito varia em uma base diária, e pode indicar o nível de hidratação dos indivíduos (HENRY et al., 2007), especialmente para *A. lituratus*, cuja dieta contém elevada proporção de água ($76.8 \pm 8\%$ em figos, WENDELN et al., 2000). Os baixos valores desse parâmetro podem ser um indício de uma menor eficiência de forrageio dessa espécie durante esse período do ano, devido à maior escassez de recursos.

A relação entre o sexo e os parâmetros hematológicos analisados pode ser observada nas figuras 6 e 7-A. Uma possível explicação para essa diferença seria a influência dos hormônios sexuais. Alguns hormônios podem ter um efeito indireto sobre a produção de eritrócitos, estimulando a demanda de oxigênio (EVANS et al., 1964; HALVORSEN, 1966), no entanto, alguns andrógenos parecem estimular diretamente a produção de glóbulos vermelhos, ao passo que outros hormônios podem agir como um fator estimulante para a eritropoiese (GORDON et al., 1970). No momento do desenvolvimento de características sexuais secundárias ocorre também um aumento do número de glóbulos vermelhos e da porcentagem de hematócrito (BIERER et al., 1964, ATWAL et al., 1964). A existência de uma diferença entre os sexos no número de eritrócitos circulantes tem sido bem estabelecida para os pombos, rolas e as aves domésticas. Esta diferença é mediada, em parte, através de hormônios esteróides produzidos pelas glândulas reprodutivas. Valores de hematócrito de codornas japonesas subiram de forma consistente a partir do segundo dia de vida, até a idade de maturidade sexual, e uma diferença significativa entre machos e fêmeas foi observada aos 43 dias de idade (ATWAL et al., 1964). Estudos revelam uma redução no volume de plasma, aumento

no volume de eritrócitos e aumento do hematócrito em galinhas fêmeas adultas, após a administração de androgênio (BURTON & SMITH, 1972). Cecil e Bakst (1991) demonstraram ainda que o aumento do hematócrito está intimamente relacionado com a maturação do esperma nos testículos.

As diferentes variações climáticas enfrentadas pelas áreas (amplitudes térmicas e diferenças entre máximas e mínimas), bem como na produtividade primária líquida, sugerem uma maior necessidade de deslocamento e termorregulação dos indivíduos de *A. lituratus* na área fragmentada, evidenciada pelos maiores valores de hematócrito e hemoglobina, quando comparados aos indivíduos da área contínua. Os dados sugerem essa mesma necessidade quando consideramos a variação sazonal. Foi observado alterações no mesmo sentido quando comparadas as estações do ano em que os dados foram coletados, indicando um inverno custoso para os indivíduos dessa espécie. A tolerância a fragmentação do habitat observada nessa espécie requer maior capacidade de deslocamento, maior tolerância à escassez de recursos e maior capacidade de ajustar os sistemas fisiológicos responsáveis pela manutenção da homeostase. Apesar de não ser possível evidenciar uma relação direta de causa e efeito com base nesses dados, e tampouco determinar quais os mecanismos específicos usados para assegurar este sucesso, *A. lituratus* parece ajustar estes parâmetros em função da sazonalidade, independentemente do grau de conservação da área, o que seria um atributo específico desta espécie. Esta capacidade confere uma vantagem adaptativa em situações onde o ambiente é modificado de forma rápida e imprevisível e, portanto, constitui uma característica que permite a esta espécie tolerar os efeitos da fragmentação.

Morcegos possuem uma variação natural nos valores de hemoglobina e porcentagem de hematócrito, o que pode ser consequência, ou estar correlacionado com inúmeras variáveis, incluindo idade, status reprodutivo, elevação geográfica, estação, parasitismo, status nutricional, etc. É difícil atribuir a apenas um fator qualquer alteração nos valores desses parâmetros, a menos que todas as outras variáveis se mantenham constantes. No presente trabalho, os dados tiveram enfoque no provável efeito da temperatura, bem como da disponibilidade de recursos, mas é importante ressaltar que outros fatores podem influenciar esses parâmetros, como já mencionado anteriormente.

S. liliium e *C. perspicillata* não apresentaram diferenças significativas nos parâmetros hematológicos analisados em resposta a nenhuma das variáveis, o que pode estar relacionado a uma menor dispersão pelo ambiente característica das espécies. Já foi demonstrado por Bianconi (2009) que a espécie *C. perspicillata* apresenta maior fidelidade a determinados locais. O forrageio deste grupo tende a ser mais localizado, espacial e temporalmente; condição que, na área, parece refletir em aumento da frequência de uso de determinadas parcelas, em relação à sua densidade de frutos. No entanto, o baixo número de indivíduos capturados para *S. liliium* e *C. perspicillata* também pode explicar a ausência de diferenças significativas. Um n maior provavelmente poderia elucidar melhor a questão de como essas espécies lidam com as alterações em seu habitat.

Mesmo com um número amostral reduzido, é possível que essas espécies possuam estratégias alternativas que possibilitam sua permanência nas áreas fragmentadas. Já foi demonstrado que elas adotam uma estratégia termorregulatória, reduzindo a temperatura corporal e entrando em estado de hipotermia, em resposta à restrição de alimentos em ambientes de baixa temperatura, tanto em cativeiro, quanto em campo (AUDET & THOMAS, 1997). Essa depressão da temperatura corpórea em mamíferos e aves homeotérmicas tem como consequência a redução no gasto energético e na perda de água evaporativa (VOGT & LYNCH, 1982), e, de acordo com Audet e Thomas (1997), estima-se que a economia energética para essas duas espécies varia entre 30 e 73%, dependendo da temperatura corporal mínima atingida (entre 22 e 31°C). Nesse mesmo estudo, foi evidenciada uma forte relação entre hipotermia e perda de massa corpórea, sugerindo que esse ajuste da temperatura corporal está relacionado com mudanças no tamanho dos estoques de gordura. Por serem espécies de pequeno tamanho corporal, uma pequena depleção nos estoques energéticos já é suficiente para que esses animais entrem em hipotermia. Assim, para essas espécies, a possibilidade de economizar energia através da redução na temperatura corpórea pode conferir uma vantagem na ocupação de ambientes instáveis ou modificados, e possivelmente é uma estratégia que pode contribuir com a permanência dessas espécies em ambientes fragmentados.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo fornece dados para uma abordagem mais aprofundada de como a fragmentação de habitat afeta algumas espécies de morcegos. A partir dos dados foi possível inferir, para *A. lituratus*, algumas estratégias utilizadas para lidar com os efeitos da fragmentação, bem como consequências dessas alterações. Aparentemente a aclimação sazonal é realizada, variando os parâmetros hematológicos para assegurar um fornecimento adequado de oxigênio. Para as espécies *C. perspicillata* e *S. liliun*, a diferença não significativa mostra que essas espécies provavelmente respondem as alterações no habitat de forma distinta, possivelmente adotando estratégias que não as mensuradas no presente trabalho. Acreditamos que o sucesso dessas populações no ambiente antropizado onde são encontradas se deve a uma plasticidade fisiológica e comportamental exibidas pelos indivíduos dessas espécies.

Os resultados obtidos com esse trabalho são pontuais, porém de extrema relevância, pois trazem informações fundamentais a respeito da resposta fisiológica dessas espécies em um curto período de tempo. Não obstante, é fundamental que mais estudos sejam realizados, utilizando outros parâmetros, tanto fisiológicos como comportamentais, para que um possamos determinar os fatores mecânicos diretos responsáveis por essa plasticidade observada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. C.; CRUZ-NETO, A. P. Thermogenic capacity of three species of fruit-eating phyllostomid bats. **Journal of Thermal Biology**, v. 36, n. 4, p. 225-231, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306456511000271>>. Acesso em 15 set 2013.
- ALVAREZ, F. et al. Relationships between tail-flicking, morphology, and body condition in Moorhens. **Journal of Field Ornithology**, v. 77, n. 1, p. 1-6, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1557-9263.2006.00001.x/pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2013.
- ANGILLETTA, M. J. **Thermal adaptation: a theoretical and empirical synthesis**. Oxford University Press, 2009. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yrvqlaHdRZIC&oi=fnd&pg=PR7&dq=ANGILLETTA,+M.+J.+Thermal+adaptation:+a+theoretical+and+empirical+&ots=54VDzbBtgq&sig=6mElRfyekiMaxHNHCQkjY7oi1xU#v=onepage&q=ANGILLETTA%2C%20M.%20J.%20Thermal%20adaptation%3A%20a%20theoretical%20and%20empirical&f=false> Acesso em: 20 ago 2013.
- ARTACHO, P. et al. Using haematological parameters to infer the health and nutritional status of an endangered black-necked swan population. **Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 147, n. 4, p. 1060-1066, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643307009440>>. Acesso em 24 ago 2013.
- ASNER, G. P. et al. A contemporary assessment of change in humid tropical forests. **Conservation Biology**, v. 23, n. 6, p. 1386-1395, 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2009.01333.x/pdf>>. Acesso em 15 set 2013.
- ATWAL, O. S. et al. Hematology of Coturnix from birth to maturity. **Poultry Science**, v. 43, n. 6, p. 1392-1401, 1964. Disponível em <<http://ps.fass.org/content/43/6/1392.short>>. Acesso em 15 set 2013.
- AUDET, D.; THOMAS, D. W. Facultative hypothermia as a thermoregulatory strategy in the phyllostomid bats, *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium*. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 167, n. 2, p. 146-152, 1997. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/444/art%253A10.1007%252Fs003600050058.pdf?auth66=1380806998_3850ac32baee402d9c6ab16d6c650752&ext=.pdf> Acesso em 20 ago 2013.
- BIANCA, W. **Heat loss from animals and man**. Ed. Monteith, 1974. p. 429. Butterworth, London.
- BIANCONI, G. V. et al. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista**

Brasileira de Zoologia, v. 21, n. 4, p. 943-954, 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v21n4/22961.pdf>>. Acesso em 20 ago 2013.

BIANCONI, G. V. et al. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1199-1206, 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0101-81752006000400030&lng=en&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em 15 set 2013.

BIANCONI, G. V. **Zoologia Morcegos Frugívoros No Uso Do Hábitat Fragmentado E Seu Potencial Para Recuperação De Áreas Degradadas: Subsídios Para Uma Nova Ferramenta Voltada À Conservação**, 2009. Tese De Doutorado. Instituto De Biociências– Unesp Rio Claro

BIERER, B. W. et al. Sedimentation rate, packed cell volume, buffy coat value, and rectal temperature of chickens and turkeys at various ages. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 144, p. 727, 1964.

BIERREGAARD JR, R. O. et al. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioScience**, p. 859-866, 1992. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1312085.pdf?acceptTC=true&acceptTC=true&jpdConfirm=true>>. Acesso em 15 set 2013.

BOLOTNIKOV, I.A.; SOLOVEV, U.V., **Avian Haematology** (in Russian). Nauka, Leningrad, 1980.

BUFFENSTEIN, R. et al. Seasonal and daily variation in blood and urine concentrations of free-ranging Angolan free-tailed bats (*Mops condylurus*) in hot roosts in southern Africa. **South African Journal of Zoology**, v. 34, n. 1, p. 11-18, 1999. Disponível em <<http://content.ajarchive.org/cdm4/document.php?CISOROOT=/00445096&CISOPT R=1387&CISOSHOW=1382&REC=2>>. Acesso em 24 ago 2013.

BURTON, R. R.; SMITH, A. H. The effect of chronic erythrocytic polycythemia and high altitude upon plasma and blood volumes. In: **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. Society for Experimental Biology and Medicine (New York, NY)**. Royal Society of Medicine, 1972. p. 920-923. Disponível em: <<http://ebm.sagepub.com/content/140/3/920.full.pdf+html>>. Acesso em 24 ago 2013.

CALBET, J. A. L. et al. Importance of hemoglobin concentration to exercise: acute manipulations. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 151, n. 2, p. 132-140, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569904806000413>>. Acesso em 24 ago 2013.

CAMPBELL T. W. **Avian hematology and cytology**. Iowa State University Press, Ames, 1995. Disponível em: <<http://www.cabdirect.org/abstracts/19952212340.html;jsessionid=D3DEB2C7DC43A5017DEFEB5B4369B45D>>. Acesso em 6 set 2013.

CANNON, B., NEDERGAARD, J. Nonshivering thermogenesis and brown adipose tissue. In: Blatteis, C.M. (Ed.), *Physiology and pathophysiology of temperature regulation*. **World Scientific Publishing Co.**, pp. 63–77, 1998. Disponível em <http://www.worldscientific.com/doi/pdf/10.1142/9789812816979_0005>. Acesso em 15 set 2013.

CANNON, B.; NEDERGAARD, J. Nonshivering thermogenesis and its adequate measurement in metabolic studies. **The Journal of experimental biology**, v. 214, n. 2, p. 242-253, 2011. Disponível em <<http://jeb.biologists.org/content/214/2/242.short>>. Acesso em 6 set 2013.

CARIGNAN, V; VILLARD, M. A. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. **Environmental monitoring and assessment**, v. 78, n. 1, p. 45-61, 2002. Disponível em <http://download.springer.com/static/pdf/992/art%253A10.1023%252FA%253A1016136723584.pdf?auth66=1380808801_8eb2a9c444cb1980bbc3e43f7a8c6cde&ext=.pdf> f> Acesso em 20 ago 2013.

CECIL, H. C.; BAKST, M. R. Correlations of organ weights, hematocrit, and testosterone with sexual maturity of the male turkey. **Poultry science**, v. 70, n. 5, p. 1252-1257, 1991. Disponível em <<http://ps.fass.org/content/70/5/1252.short>>. Acesso em 20 ago 2013.

CHEREL, Y. et al. Physiology and biochemistry of long-term fasting in birds. **Canadian Journal of Zoology**, v. 66, n. 1, p. 159-166, 1988. Disponível em <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.1139/z88-022>>. Acesso em 15 set 2013.

COOKE, Steven J. et al. What is conservation physiology? Perspectives on an increasingly integrated and essential science†. **Conservation Physiology**, v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: < <http://conphys.oxfordjournals.org/content/1/1/cot001.abstract> >. Acesso em 15 set 2013.

COSSON, J. F. Et al. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, n. 04, p. 515-534, 1999. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=35507>>. Acesso em 24 ago 2013.

COTTONTAIL, V. M. et al. Habitat fragmentation and haemoparasites in the common fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) in a tropical lowland forest in Panamá. **Parasitology**, v. 136, n. 10, p. 1133, 2009. Disponível em <http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FPAR%2FPAR136_10%2FS0031182009990485a.pdf&code=c31880e3af0be06dead73b8e039e5e6c>. Acesso em 6 set 2013.

DANIEL, M. K. et al. Haemoglobin concentration and linear cardiac output, peripheral resistance, and oxygen transport. **British medical journal (Clinical research ed.)**,

v. 292, n. 6525, p. 923, 1986. Disponível em
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1339852/>>. Acesso em 20 ago 2013.

DEFRIES, R. S.; FIELD, C.B.; FUNG, I.; COLLATZ, G.J.; BOUNOUA, L. Combining satellite data and biogeochemical models to estimate global effects of human-induced land cover change on carbon emissions and primary productivity. **Global Biogeochemical Cycles**, 13(3):803–815, 1999. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/1999GB900037/abstract>>. Acesso em 15 set 2013.

EVANS et al. Interaction of the erythrocyte-stimulating factor with calorogenic hormones **Endocrinology**, v. 75, n. 5, p. 758–764, 1964.

FARIA, D. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, n. 05, p. 531-542, 2006. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=458649>>. Acesso em 15 set 2013.

FENTON, M. B. et al. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. **Biotropica**, p. 440-446, 1992. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/2388615.pdf?acceptTC=true&acceptTC=true&jpdConfirm=true>> Acesso em 20 ago 2013.

FIGUEROA, D. et al. Interplay between the morphometry of the lungs and the mode of locomotion in birds and mammals. **Biological research**, v. 40, n. 2, p. 193, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/bres/v40n2/art10.pdf>>. Acesso em 15 set 2013.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, n. 3, p. 265-280, 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x/full>>. Acesso em 18 jun 2013.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. **Biotropica**, p. 45-53, 1981. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/2388069.pdf?acceptTC=true&acceptTC=true&jpdConfirm=true>>. Acesso em 15 set 2013.

FOOD, F. A. O. Agriculture Organization of The United Nations. The state of the tropical rainforest in the Amazon Basin, Congo Basin and Southeast Asia — a report prepared for the Summit of the Three Rainforest Basins, Brazzaville, Republic of Congo **Base de dados FAOSTAT**. Disponível em:< <http://faostat.fao.org>>. Acesso em 18 junho 2013.

FRANZMANN, A. W. Environmental sources of variation of bighorn sheep physiologic values. **The Journal of Wildlife Management**, p. 924-932, 1972. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/3799449.pdf?&acceptTC=true&jpdConfirm=true>> . Acesso em 20 ago 2013.

GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Diet of the large fruit-eating bat *Artibeus lituratus* in a forest fragment in Brazil. **Mammalia** v.58, n.4, p. 661-665, 1994. Disponível em: < <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=3403366> >. Acesso em 15 set 2013.

GALLO, P. H.; REIS, N. R.; ANDRADE, F. R.; ALMEIDA, I. G. Bats (Mammalia: Chiroptera) in native and reforested areas in Rancho Alegre, Paraná, Brazil. **Rev. biol. Trop**, 58(4), 2010.

GANNON, W. L.; SIKES, R. S. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. **Journal of Mammalogy**, v. 88, n. 3, p. 809-823, 2007. Disponível em: <<http://asmjournals.org/doi/pdf/10.1644/06-MAMM-F-185R1.1>>. Acesso em 18 jun 2013.

GARDNER, A. L. Feeding habits. **Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae**, v. 13, n. Part II, p. 1-364, 1977. Acesso em 15 set 2013.

GETZ, L. L. et al. Factors influencing movement distances of two species of sympatric voles. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 4, p. 647-654, 2005. Disponível em: <<http://asmjournals.org/doi/pdf/10.1644/1545-1542%282005%29086%5B0647%3AFIMDOT%5D2.0.CO%3B2>>. Acesso em 20 ago 2013.

GOLOZOUBOVA, V. et al. Depressed thermogenesis but competent brown adipose tissue recruitment in mice devoid of all hormone-binding thyroid hormone receptors. **Molecular Endocrinology**, v. 18, n. 2, p. 384-401, 2004. Disponível em: <<http://mend.endojournals.org/content/18/2/384.short>>. Acesso em: 24 ago 2013.

GORDON, A. S. et al. Stimulation of mammalian erythropoiesis by 5 β -H steroid metabolites. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 65, n. 4, p. 919-924, 1970. Disponível em: < <http://www.pnas.org/content/65/4/919.short> >. Acesso em 6 set 2013.

HALVORSEN, S. The central nervous system in regulation of erythropoiesis. **Acta Haematologica**, v. 35, n. 2, p. 65-79, 1966. Disponível em: <<http://www.karger.com/Article/Pdf/209112>>. Acesso em 18 junho.
Handley Jr., C.O.; Morrison, D.W. 1991. Foraging behavior, p. 137-140. In: C.O. Handley Jr., D.E. Wilson & A.L. Gardner (Eds.), 1991. **Demography and natural history of the common fruit bat, *Artibeus jamaicensis*, on Barro Colorado Island, Panamá**. Smithsonian Contributions to Zoology 511: 1-173. Acesso em 15 set 2013.

HEARD, D. J.; WHITTIER, D. A. Hematologic and plasma biochemical reference values for three flying fox species (*Pteropus* sp.). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, p. 464-470, 1997. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/20095690.pdf?&acceptTC=true&jpdConfirm=true>>. Acess 18 jun 2013.

HENRY, M et al. Abundance may be a misleading indicator of fragmentation-sensitivity: the case of fig-eating bats. **Biological Conservation**, v. 139, n. 3, p. 462-

467, 2007. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0006320707002650/1-s2.0-S0006320707002650-main.pdf?_tid=d76b8236-2aa9-11e3-9194-00000aab0f6c&acdnat=1380639650_a66dcc56ca25b1a75da108c8a959212d> Acesso em 18 jun 2013.

HUEY, R. B. et al. Predicting organismal vulnerability to climate warming: roles of behaviour, physiology and adaptation. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, n. 1596, p. 1665-1679, 2012. Disponível em: <<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/367/1596/1665.full.pdf+html>>. Acesso em 24 ago 2013.

Instituto de Terras, Cartografia e Florestas – ITCF. **Atlas do Estado do Paraná**. Curitiba, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná/Instituto de Terras, Cartografia e Florestas/Universidade Federal do Paraná, 1987, p. 73.

JOHANSEN, K. et al. Respiratory properties of blood and myoglobin in hummingbirds. **Physiological zoology**, p. 269-278, 1987. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/30158651.pdf?&acceptTC=true&jpdConfirm=true>>. Acesso em 24 ago 2013.

JONES, G. et al. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. **Endangered Species Research**, v. 8, n. 1-2, p. 93-115, 2009. Disponível em: <http://people.ucsc.edu/~cwilmers/ENVS220/Jonesetal09_BatsBioIndicators.pdf>. Acesso em 15 set 2013.

JONES, G., JACOBS, D. S., KUNZ, T. H., WILLIG, M. R., & RACEY, P. A. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. **Endangered Species Research**, v. 8, n. 1-2, p. 93-115, 2009. Disponível em: <<http://www.bu.edu/cecb/files/2009/08/jones2009.pdf>>. Acesso em 15 set 2013.

KORINE, C. et al. Diurnal and seasonal changes in blood composition of the free-living Egyptian fruit bat (*Rousettus aegyptiacus*). **Journal of Comparative Physiology B**, v. 169, n. 4-5, p. 280-286, 1999. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/267/art%253A10.1007%252Fs003600050222.pdf?auth66=1380812820_0c47165a64f0f20b44b470b86e266491&ext=.pdf>. Acesso em 18 jun 2013.

LEMKE, T. O. Foraging ecology of the long-nosed bat, *Glossophaga soricina*, with respect to resource availability. **Ecology**, p. 538-548, 1984. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1941416>>. Acesso em 15 set 2013.

LEWIS, S. L. et al. Changing ecology of tropical forests: evidence and drivers. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, p. 529-549, 2009. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173345>>. Acesso em 15 set 2013.

LOVEJOY, T. E. et al. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: Soule MA (ed) **Conservation biology**. The science of scarcity and diversity. Sinauer, Sunderland, p. 257–285, 1986.

LUGER, D. et al. Erythropoiesis regulation during the development of ascites syndrome in broiler chickens: A possible role of corticosterone. **Journal of animal science**, v. 81, n. 3, p. 784-790, 2003. Disponível em: <<http://www.animal-science.org/content/81/3/784.full.pdf+html>>. Acesso em: 24 ago 2013.

MCNAB, B. K. The economics of temperature regulation in neotropical bats. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 31, n. 2, p. 227-268, 1969. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/0010406X6991651X/1-s2.0-0010406X6991651X-main.pdf?_tid=6346e072-2aad-11e3-a598-00000aab0f01&acdnat=1380641173_f951f852923ee54c304be77c64c292a7>. Acesso em 6 set 2013.

MCNAB, B. K. The physiological ecology of South American mammals. **Mammalian biology in South America**, v. 6, p. 187-208, 1982.

MEDINA, A.; HARVEY, C.A.; MERLO, D.S.; VÍLCHEZ, S.V.; HERNÁNDEZ, B. Bat diversity and movement in an agricultural landscape in Mantiguás, Nicaragua. **Biotropica** v.39, n.1 p. 120-128, 2007. Acesso em 15 set 2013.

MELLO, M. A.; KALKO, E. K.; SILVA, W. R. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian montane Atlantic forest. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 2, p. 485-492, 2008. Disponível em: <<http://www.asmjournals.org/doi/abs/10.1644/06-MAMM-A-411R.1>>. Acesso em 15 set 2013.

MERILA, J.; SVENSSON, E. Fat reserves and health state in migrant Goldcrest *Regulus regulus*. **Functional Ecology**, p. 842-848, 1995. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/2389981.pdf?&acceptTC=true&jpdConfirm=true>>. Acesso em 15 set 2013.

MIKICH, S. B.; OLIVEIRA, K. D. **Revisão do plano de manejo do Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, Fênix-PR**. Mater Natura-Instituto de Estudos Ambientais;[Brasília]: Ministério do Meio Ambiente, Fundo Nacional do Meio Ambiente, 2003.

MULLER, M. F; REIS, N. R. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 9, n. 3-4, p. 345-355, 1992. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0101-81751992000200022&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 18 jun 2013.

NADOLSKI, J. et al. Blood parameters as consistent predictors of nestling performance in great tits (*Parus major*) in the wild. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 143, n. 1, p. 50-54, 2006. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com/S1095643305003466/1-s2.0-S1095643305003466->

main.pdf?_tid=ce9cf518-2aae-11e3-af5f-00000aab0f6c&acdnat=1380641783_fb9da1c8e0d82873ba05ef0412fd6a7c>. Acesso em 15 set 2013.

PIMM, S. L.; RAVEN, P. Biodiversity. extinction by numbers. **Nature**, 403(6772): 843–845, 2000. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v403/n6772/full/403843a0.html>>. Acesso em 15 set 2013.

PORTER, W. P.; KEARNEY, Michael. Size, shape, and the thermal niche of endotherms. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. Supplement 2, p. 19666-19672, 2009. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/106/suppl.2/19666.short>. Acesso em 18 jun 2013.

PÖRTNER, H.O., FARRELL, A.P. Physiology and climate change. **Science**, v. 322, p690–692, 2008.

REX, K., KELM, D. H., WIESNER, K., KUNZ, T. H., & VOIGT, C. C. Species richness and structure of three Neotropical bat assemblages. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 94, n. 3, p. 617-629, 2008. Disponível em: <<http://www.bu.edu/cecb/files/2009/08/rexkbioljlinnsoc-2008.pdf> > Acesso em 15 set 2013.

RODRIGUEZ-DURAN, A.; PADILLA-RODRIGUEZ, E. Blood characteristics, heart mass, and wing morphology of Antillean bats. **Caribb. J. Sci**, v. 44, p. 375-379, 2008. Disponível em: http://caribjsci.org/Dec08/44_375-379.pdf. Acesso em 24 ago 2013.

ROSENMAN, M.; RUIZ, G. Seasonal changes of blood values in the andean mouse< i> Abrothrix andinus</i>. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 105, n. 1, p. 119-122, 1993. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/0300962993901824/1-s2.0-0300962993901824-main.pdf?_tid=b887dd28-2aaf-11e3-94eb-00000aacb360&acdnat=1380642175_258ffe317751b82eb6eca2698567fc3a>. Acesso em 24 ago 2013.

RUDEL, T. K. et al. Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. **Conservation Biology**, v. 23, n. 6, p. 1396-1405, 2009. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2009.01332.x/pdf>>. Acesso em 15 set 2013.

SALA; O. E.; CHAPIN, F. C.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R. B.; KINZI, A. N.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, N. L.; SYKES, M. T.; WALKER, B. H.; WALKER, M.; WALL, D. W.; Biodiversity - global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science. Amer Assoc Advancement Science**, 287(5459):1770–1774, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/287/5459/1770.full>>. Acesso em 15 set 2013.

SÁNCHEZ-GUZMÁN, J. M. et al. Response of the haematocrit to body condition changes in Northern Bald Ibis *Geronticus eremita*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 139, n. 1, p. 41-47, 2004. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S1095643304002016/1-s2.0-S1095643304002016-main.pdf?_tid=10f3673e-2ab0-11e3-a2c4-00000aacb35f&acdnat=1380642323_38f3fec5103d2689f7bc6f7e87123966>. Acesso em 6 set 2013.

SARASOLA, J. H. et al. Nutritional condition and serum biochemistry for free-living Swainson's Hawks wintering in central Argentina. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 137, n. 4, p. 697-701, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643304000595>>. Acesso em 20 ago 2013.

SCHMIDT-NIELSEN, K; TAYLOR, C. R. Red blood cells: why or why not?. **Science**, v. 162, n. 3850, p. 274-275, 1968. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/162/3850/274.short>>. Acesso em 15 set 2013.

SEALANDER, J. A. et al. Hematological changes in deer mice acclimated at different ambient temperatures. **American Journal of Physiology--Legacy Content**, v. 198, n. 1, p. 195-199, 1960. Disponível em: <<http://ajplegacy.physiology.org/content/198/1/195.full.pdf+html>>. Acesso em 6 set 2013.

SEALANDER, J. A. Seasonal changes in blood values of deer mice and other small mammals. **Ecology**, p. 107-119, 1962. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1932045.pdf?&acceptTC=true&jpdConfirm=true>>. Acesso em 20 ago 2013.

SEALANDER, J. A. The influence of body size, season, sex, age and other factors upon some blood parameters in small mammals. **Journal of Mammalogy**, p. 598-616, 1964. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1377331.pdf?&acceptTC=true&jpdConfirm=true>>. Acesso em 15 set 2013.

SEAMAN, D. A.; GUGLIELMO, C. G.; WILLIAMS, T. D. Effects of physiological state, mass change and diet on plasma metabolite profiles in the western sandpiper *Calidris mauri*. **Journal of experimental biology**, v. 208, n. 4, p. 761-769, 2005. Disponível em: <<http://jeb.biologists.org/content/208/4/761.full.pdf+html>>. Acesso em 24 ago 2013.

SEEBACHER, F.; FRANKLIN, C. E. Determining environmental causes of biological effects: the need for a mechanistic physiological dimension in conservation biology. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, n. 1596, p. 1607-1614, 2012. Disponível em: <<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/367/1596/1607.full.pdf+html>>. Acesso em 6 set 2013.

SEKIAMA, M. L. et al. Morcegos do Parque Nacional do Iguaçu, Paraná (Chiroptera, Mammalia). **Revista brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 749-754, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-81752001000300011&script=sci_arttext. Acesso em 20 ago 2013.

SIMMONS, N. B. Order chiroptera. **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**, (D.E. Wilson & D.M. Reeder, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington. v. 1, p. 312-529, 2005.

SNYDER, M. V. **Seasonal variation in hematology, body composition, and food caches of eastern woodrats (*Neotoma floridana*)**. 2012. Tese de Doutorado, Emporia State University. Disponível em: <https://esirc.emporia.edu/handle/123456789/1135>>. Acesso em 15 set 2013.

TERBORGH, J. Maintenance of diversity in tropical forests. **Biotropica**, v. 24, n. 2, p. 283-292, 1992. VIZOTTO, L.D.; TADDEI, V.A. (1973) Chave para a determinação de quirópteros brasileiros. São José do Rio Preto, Francal, 72p. Disponível em: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2388523?uid=3737664&uid=2&uid=4&sid=21102722518193>>. Acesso em 20 ago 2013.

WENDELN, M. C., et al. Nutritional Values of 14 Fig Species and Bat Feeding Preferences in Panama1. **Biotropica**, v. 32, n. 3, p. 489-501, 2000. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00495.x/abstract;jsessionid=9120BF4590D96D7CBD0A0708AB5ADC83.f04t02?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>>. Acesso em 24 ago 2013.

YOUNG, V. R.; SCRIMSHAW, Nevin S. The physiology of starvation. **Scientific American**, v. 225, n. 4, p. 14, 1971. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5094959>>. Acesso em 6 set 2013.