

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO**

GABRIEL PREUSS CUSTÓDIO

**ASSIMETRIA FLUTUANTE EM MORCEGOS FILOSTOMÍDEOS (CHIROPTERA:
PHYLLOSTOMIDAE), NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

**CRICIÚMA
2017**

GABRIEL PREUSS CUSTÓDIO

**ASSIMETRIA FLUTUANTE EM MORCEGOS FILOSTOMÍDEOS (CHIROPTERA:
PHYLLOSTOMIDAE) NA REGIÃO DO SUL BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências
Biológicas da Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Carvalho

**CRICIÚMA
2017**

GABRIEL PREUSS CUSTÓDIO

**ASSIMETRIA FLUTUANTE EM MORCEGOS FILOSTOMÍDEOS (CHIROPTERA:
PHYLLOSTOMIDAE) NA REGIÃO DO SUL BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências
Biológicas da Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC.

Criciúma, 20 de novembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fernando Carvalho – Doutor em Zoologia – UNESC – Orientador

Prof. Jairo José Zocche – Doutor em Ciências – UNESC

Prof. Mainara Figueiredo Cascaes – Mestre em Ciências Ambientais – UNESC

AGRADECIMENTOS

À FAPESC, pela concessão de bolsa de iniciação científica.

À UNESC, por toda a estrutura, disponibilidade e facilidade no uso dos laboratórios. Ao meu orientador e amigo Fernando Carvalho, pela disponibilidade, atenção e confiança constantes, pela oportunidade de trabalhar e aprender com ele, me incentivando sempre a buscar o novo, não medindo esforços em transmitir todo o tipo de conhecimento, e indicando os caminhos retilíneos para uma carreira sólida e digna. Pela amizade, os campos, as viagens, os bons momentos, as risadas e as pescarias, muito obrigado por tudo.

Ao Prof. Jairo, pela confiança em me acolher no seu laboratório, por todo o conhecimento transmitido e a oportunidade de fazer pesquisa, pela bolsa, as histórias, e as risadas.

Aos colegas de LABECO/LABZEV, por todos os momentos compartilhados, em especial à Beatriz e a Luana, pela oportunidade de participar dos campos, pela troca de conhecimento, amizade e companheirismo.

À Daniela, por toda a amizade, o incentivo e a parceria constante, me mostrando perspectivas diferentes de pesquisa e ciência, e proporcionando a oportunidade de aprender com ela.

Ao meu amigo e irmão Gustavo, pela amizade, companheirismo, piadas, conversas esquizofrênicas, bordões e todos os bons e maus momentos durante esses quatro anos, pelos campos, viagens, trocas de conhecimento, auxílio na aplicação da metodologia deste trabalho, e pela parceria de sempre.

Às colegas de graduação Indiani e Taís pelos momentos, campos, conhecimentos e indignações compartilhados.

À minha namorada Ana Carolina, que esteve sempre ao meu lado, nos bons e maus momentos, pela paciência, carinho, amor, incentivo, auxílio e compreensão.

À todos que de alguma forma contribuíram ao meu crescimento, e na condução e conclusão deste trabalho, principalmente à minha família.

À minha irmã Beatriz, pelos momentos compartilhados, aprendizado e puxões de orelha, buscando sempre me fazer crescer pessoalmente.

Aos meus avós, que me mostraram na prática o verdadeiro significado do companheirismo, do amor, e da luta pelos objetivos. Por todos os ensinamentos e por todo o conhecimento que só se aprende com a experiência prática na graduação da vida, por toda a preocupação da vó, e pela paixão pela natureza herdada do vô, se um dia eu for 1% da pessoa que eles são, cumprirei minha missão.

Pai e mãe, à vocês que se deve inteiramente esse trabalho, vocês que nunca pouparam esforços no investimento na minha educação, me incentivando a cada obstáculo da vida, com toda paciência e dedicação, por toda a ajuda, os ensinamentos, e a compreensão, por me ensinarem a ter prioridades, buscar independência e não acomodação, me permitindo “andar com as próprias pernas” e lutar pelos meus objetivos assim como vocês sempre fizeram. Obrigado por me proporcionarem as melhores condições de ensino, por estarem do meu lado sempre, e pela oportunidade de fazer o que amo. Se hoje concluo este trabalho, é por causa de vocês!

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A ocorrência de atributos assimétricos está relacionada a fatores estressantes, os quais podem ter origem genética e/ou ambiental. Três são os tipos de assimetria existentes: antissimetria, assimetria direcional e assimetria flutuante, sendo a última correspondendo a variações aleatórias entre as superfícies direita e esquerda do corpo do organismo e a única utilizada para estudos de distúrbios de desenvolvimento. O objetivo deste estudo foi analisar se populações de *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus*, que ocorrem em ambientes naturais ou antrópicos, apresentam diferenças na ocorrência de assimetria flutuante em estruturas morfológicas externas, na região sul do Brasil. Para o estudo foi analisado material coletado em diferentes pontos dos estados de Santa Catarina e Paraná. Para ambas as espécies foram medidos 13 caracteres morfológicos externos dos lados direito e esquerdo do plano corpóreo dos morcegos. Para verificar se houve diferença entre os caracteres bilaterais, foi utilizado o teste de Wilcoxon, com nível de significância de 0,05. Para *A. lituratus*, a comparação dos valores de medida entre lado direito e esquerdo do corpo demonstra que quatro, dos 13 caracteres morfológicos analisados, foram assimétricos em ambientes antrópicos, ao passo que em ambientes naturais, somente três caracteres foram assimétricos. Já para *S. lilium*, cinco foram os caracteres assimétricos em ambientes antrópicos, e quatro em ambientes naturais. *Sturnira lilium* apresentou ainda que sutil, maior porcentagem de caracteres assimétricos (38%), quando comparado a *A. lituratus* (31%), o que sugere que esta espécie possa ser mais susceptível a ocorrência de assimetria flutuante em ambientes antrópicos, quando comparado a segunda. Essa diferença pode estar relacionada com o modo de forrageamento, capacidade de deslocamento e taxa metabólica das espécies. Diferente do observado em outros estudos, os caracteres assimétricos que expressaram assimetria em ambiente antrópico ficaram restritos aos membros anteriores, com exceção de tíbia e fíbula para *S. lilium*. Tal constatação pode ser explicada por possíveis mecanismos de neutralização corpórea na área das asas de morcegos. Sendo um estudo pioneiro em relação a comparação entre áreas com diferentes níveis de conservação, este estudo pode subsidiar novos estudos que busquem entender as causas e consequências das ações antrópicas em diferentes grupos zoológicos.

Palavras-chave: *Artibeus lituratus*. Biomonitoramento. Degradação ambiental. Distúrbio de desenvolvimento. *Sturnira lilium*.

ABSTRACT

The occurrence of asymmetric attributes is associated with stressing factors, which may have genetic or environmental origin. Three are the asymmetry types recognized: antisymmetry, directional asymmetry, and fluctuating asymmetry. The last one corresponds to random variations between the right and left surfaces of the organism's body and it is the only one used for developmental disorders studies. The goal of this study was to analyze if *Artibeus lituratus* and *Sturnira lilium* populations, which occur in natural or anthropic environments, show difference in fluctuating asymmetry occurrence of external morphologic structures, in Southern Brazil. Based on material collected from different points of the States of Santa Catarina and Paraná, 13 external morphological characters from the right and left side of bats body plan were measured. To verify if there was a difference between the bilateral characters, Wilcoxon test was used, with significance level of 0,05. For *A. lituratus*, the comparison of the measured values between right and left sides of the body shows that four of the 13 morphological characters analyzed were asymmetrical in anthropic environments, whereas in natural environments only three characters were asymmetrical. For *Sturnira lilium*, five were the asymmetric characters in anthropic environments, and four in natural environments. *Sturnira lilium* has shown higher percentage of asymmetric characters (38%) when compared to *Artibeus lituratus* (31%), suggesting that this species may be more susceptible to the occurrence of fluctuating asymmetry when compared to the second species. This difference can be related to foraging behavior, displacement capacity and metabolic rate of the species. Different from what was observed in other studies, the asymmetric characters that expressed asymmetry in anthropic environment were restricted to forelimbs, except tibia and fibula for *S. lilium*. Such finding can be explained by possible mechanisms of corporeal neutralization in bat wings. Keeping in mind the growing environmental degradation and consequent threat to biodiversity throughout time, the use of fluctuating asymmetry as biomonitoring methodology is possible; however, with exceptions to the sample number for this type of analysis.

Key words: *Artibeus lituratus*. Biomonitoring. Developmental disorder. Environmental degradation. *Sturnira lilium*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Localização dos pontos de coleta dos indivíduos de *A. lituratus* e *S. lilium* depositados nas coleções zoológicas da FURB e da UNESC, que foram mensurados para a obtenção das medidas dos caracteres morfológicos externos dos espécimes.....15
- Figura 2 – Descrição visual dos 13 caracteres morfológicos externos mensurados nos espécimes de *A. lituratus* e *S. lilium*, coletados em ambientes naturais e antrópicos, em 13 localidades nos estados de Santa Catarina e Paraná, Região Sul do Brasil.....16

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Valores do teste de Wilcoxon (Z) e significância (p), para comparação dos 13 caracteres morfológicos externos analisados em *Artibeus lituratus*, entre ambientes naturais e antrópicos, nos estados de Santa Catarina e Paraná, Região sul do Brasil.....18
- Tabela 2. Valores do teste de Wilcoxon (Z) e significância (p), para comparação dos 13 caracteres morfológicos externos analisados em *Sturnira lilium*, entre ambientes naturais e antrópicos, nos estados de Santa Catarina e Paraná, Região sul do Brasil.....19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	14
3.2 OBTENÇÃO DE DADOS MORFOLÓGICOS	16
3.3 ANÁLISE DE DADOS	18
4 RESULTADOS	19
5 DISCUSSÃO	21
6 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

A simetria é uma característica morfológica que se manifesta na fase ontogenética, sendo considerado simétrico qualquer organismo que possa ser dividido em pelo menos duas metades iguais ao longo de ao menos um eixo (BRUSCA; BRUSCA, 2007). Esse atributo, presente na maioria dos organismos, é considerado um importante avanço evolutivo dado que permitiu animais sésseis e plânctônicos se tornarem ativamente móveis (FINNERTY et al., 2004).

Nos animais, a simetria reflete a relação entre os processos de instabilidade e estabilidade de desenvolvimento (PALMER, 1994). Processos de instabilidade compreendem as alterações nos padrões normais durante o desenvolvimento, influenciado por variações ambientais e/ou genéticas sofridas na fase ontogenética (PALMER; STROBECK, 1986; SCHEINER et al. 1991; MARKOW, 1995; PALMER; STROBECK, 2003). Também conhecida como plasticidade fenotípica, essa característica corresponde à capacidade do organismo em modificar sua fisiologia ou morfologia, em resposta a qualquer estresse sofrido. Essa resposta ao estresse pode resultar na relação assimétrica entre os eixos do plano corpóreo (SCHEINER, 1993; PALMER; STROBECK, 2003). Já a estabilidade de desenvolvimento, é a capacidade do organismo em resistir às variações ambientais e genéticas, mantendo suas características geneticamente estabelecidas e evitando variações no tamanho dos caracteres morfológicos (WADDINGTON, 1942; LERNER, 1954; PALMER; STROBECK, 2003).

Os caracteres que se expressam em conjuntos pares são determinados pelas mesmas bases genéticas (KIMBALL et al., 1997). Assim, espera-se que se o organismo está em um estágio de desenvolvimento normal, este resultará em padrão simétrico entre os lados (VAN VALEN, 1962). Indivíduos simétricos apresentam maiores taxas de sobrevivência e sucesso reprodutivo, além de possuírem maior estabilidade no desenvolvimento (WAYNE et al., 1986; WAUTERS et al., 1996; BADYAEV et al., 2000; BRUNA, 2001). Por consequência, caso um organismo apresente algum nível de assimetria, é possível que esta seja atribuída a fatores estressantes de origem genética e/ou ambiental (BORTOLOTTI; GABRIELSON, 1995). Sendo assim, quando partes do corpo apresentam diferentes níveis de assimetria entre os eixos do corpo, sugere-se que o indivíduo não foi capaz de compensar o estresse sofrido durante seu desenvolvimento ontogenético (KIMBALL et al., 1997).

Os fatores mais comuns de estresse/ruído ambiental são oriundos de excessivas variações térmicas, mudanças físicas e químicas do solo, poluição hídrica, emissão de gases tóxicos, exposição à radiação, presença de parasitas, fragmentação do hábitat e variação na disponibilidade de recursos alimentares (VAN VALEN, 1962; MOLLER, 1996; LIJTEROFF et al., 2009; LAZIC et al., 2013). Os fatores genéticos que são potenciais causadores de assimetria são aqueles capazes de desequilibrar o genoma e diminuir a habilidade do organismo em proteger-se contra erros aleatórios, tais como os altos níveis de endogamia, máxima incidência de homozigotos, mutações e hibridizações e intensas seleções direcionais (LAZIC et al., 2013; MARINHO, 2011).

Existem três tipos de assimetria reconhecidos, sendo estes 1. antissimetria: os indivíduos apresentam variação entre os lados assimétricos do plano corpóreo dentro de uma população, como no caso de destros e canhotos (SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008); 2. assimetria direcional: maior desenvolvimento de uma estrutura em um ou mais lados do plano corpóreo dos indivíduos dentro da população, como no coração dos mamíferos (VAN VALEN, 1962) e 3. assimetria flutuante: variações aleatórias entre as superfícies direita e esquerda do corpo dos organismos (PALMER, 1994). Essa última é utilizada para estudos de distúrbios no desenvolvimento, dado que as outras são consideradas parte dos padrões normais de desenvolvimento (LEARY; ALLENDORF, 1989).

Estudos com assimetria flutuante já foram utilizados para descrever qualidade ambiental e genética de vertebrados e invertebrados (PALMER; STROBECK 1986; BAGLIANO; BACCARO, 2012). Para aves e lagartos foi identificada correlação positiva entre urbanização, redução do tamanho e qualidade de fragmentos florestais e aumento na frequência de assimetria flutuante nas populações, o que pode ser resultado da redução da variabilidade genética (PALMER; STROBECK, 1986; MOLLER, 1994; LAZIC et al., 2016). Para morcegos, a infestação por ectoparasitas também parece influenciar na ocorrência de assimetria flutuante (VOIGT et al., 2005; MUÑOZ-ROMO et al., 2011). A expressão dessa característica em quirópteros afeta padrões comportamentais e sexuais (VOIGT et al., 2005), visto que indivíduos assimétricos podem apresentar menor sucesso reprodutivo, agilidade de voo e capacidade de defesa de território (THOMAS, 1993; MOLLER, 1994; WITTER; SWADDLE, 1994; SWADDLE et al., 1996; VOIGT et al., 2005; MUÑOZ-ROMO et al., 2011).

A assimetria flutuante como ferramenta no monitoramento ambiental já foi empregada em diversos estudos, visto que é um método rápido e relativamente simples

(LEARY; ALLENDORF, 1989). Dentre esses estudos, os dípteros aparecem como o grupo mais utilizado no monitoramento ambiental por assimetria flutuante (e.g. GROENENDIJK et al., 1998; JUSTUS, 2002; COSTA et al., 2015) devido à fácil manutenção dos indivíduos em laboratório quando comparado a outros grupos (JUSTUS, 2002). No caso de vertebrados, espera-se que os indivíduos apresentem certo grau de assimetria em seus eixos corpóreos mesmo em ambientes naturais, sem maiores danos ao fitness ecológico destes (JUSTE et al., 2001b). Entretanto, para grupos que dependem diretamente da assimetria na eficiência da locomoção, como os morcegos, a incidência de assimetria flutuante pode acarretar em prejuízos que comprometem a sobrevivência dos mesmos (PALMER; STROBECK, 1986; JUSTE et al., 2001b). Dados sobre assimetria flutuante em morcegos são escassos (GANNON et al., 1992; JUSTE et al., 2001a, b; VOIGT et al., 2005; MUÑOZ-ROMO et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2015; UETI et al., 2015) e inexistentes em relação a comparação entre populações de áreas com diferentes níveis de antropização. Apesar dessa escassez de dados de assimetria em morcegos, estudos demonstram que em mamíferos, distúrbios ambientais podem exercer influência nos níveis de assimetria dos indivíduos (BADYAEV et al., 2000; JUSTE et al., 2001a, b).

A ordem Chiroptera corresponde a 25% de todos os mamíferos do Brasil (REIS et al., 2012), possuindo a maior plasticidade alimentar entre todas as ordens de mamíferos, consumindo pólen, néctar, partes florais, folhas, frutos, artrópodes, peixes, anfíbios, lagartos, aves, mamíferos de pequeno porte e sangue (FLEMING et al., 1972). No Brasil, a fauna de quirópteros está representada por 180 espécies (DIAS et al., 2013; NOGUEIRA et al., 2014; GREGORIN et al., 2016), sendo que, ao menos 118 dessas, foram registradas no bioma Mata Atlântica (VARZINCZAK et al., 2016; CARVALHO et al., 2017).

Dentre todas as famílias de morcegos registradas no país, Phyllostomidae é a família que apresenta suas espécies mais facilmente e frequentemente capturadas por redes de neblina a nível de solo (PEDRO; TADDEI, 1997; BIANCONI; PEDRO, 2007). Além disso, dentre as espécies desta família, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) e *Sturnira lilium* (É. Geoffroy, 1810) são consideradas espécies generalistas e oportunistas, ocorrendo desde em ambientes naturais, até aqueles com elevados níveis de alteração ambiental (ALMEIDA et al., 2005; REIS et al., 2006). Por isso, proporciona maior número de indivíduos coletados e dispostos em coleções, sendo a priori, bons modelos ecológicos para o estudo de ocorrência de assimetria flutuante. O objetivo do presente estudo foi analisar se populações de *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus*, que ocorrem em ambientes naturais ou antrópicos, apresentam

diferenças na ocorrência de assimetria flutuante em estruturas morfológicas externas, na região sul do Brasil. Nossa hipótese nula é de que não há diferença no número de caracteres assimétricos em populações de *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium* na comparação entre ambientes naturais e antrópicos, como hipótese alternativa, há diferença no número de caracteres assimétricos em populações de *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium* na comparação entre ambientes naturais e antrópicos, na Região Sul do Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar se populações de *Sturnira lilium* e *Artibeus lituratus*, que ocorrem em ambientes naturais e antrópicos na região sul do Brasil apresentam diferenças na ocorrência de assimetria flutuante em estruturas morfológicas externas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar se populações de *A. lituratus* e *S. lilium*, que ocorrem em ambientes naturais e antrópicos, apresentam assimetria flutuante em caracteres morfológicos de asas e pernas.
- Analisar dentre os caracteres morfológicos de asas e pernas mensurados, se algum destes apresenta maior frequência de ocorrência de assimetria flutuante.

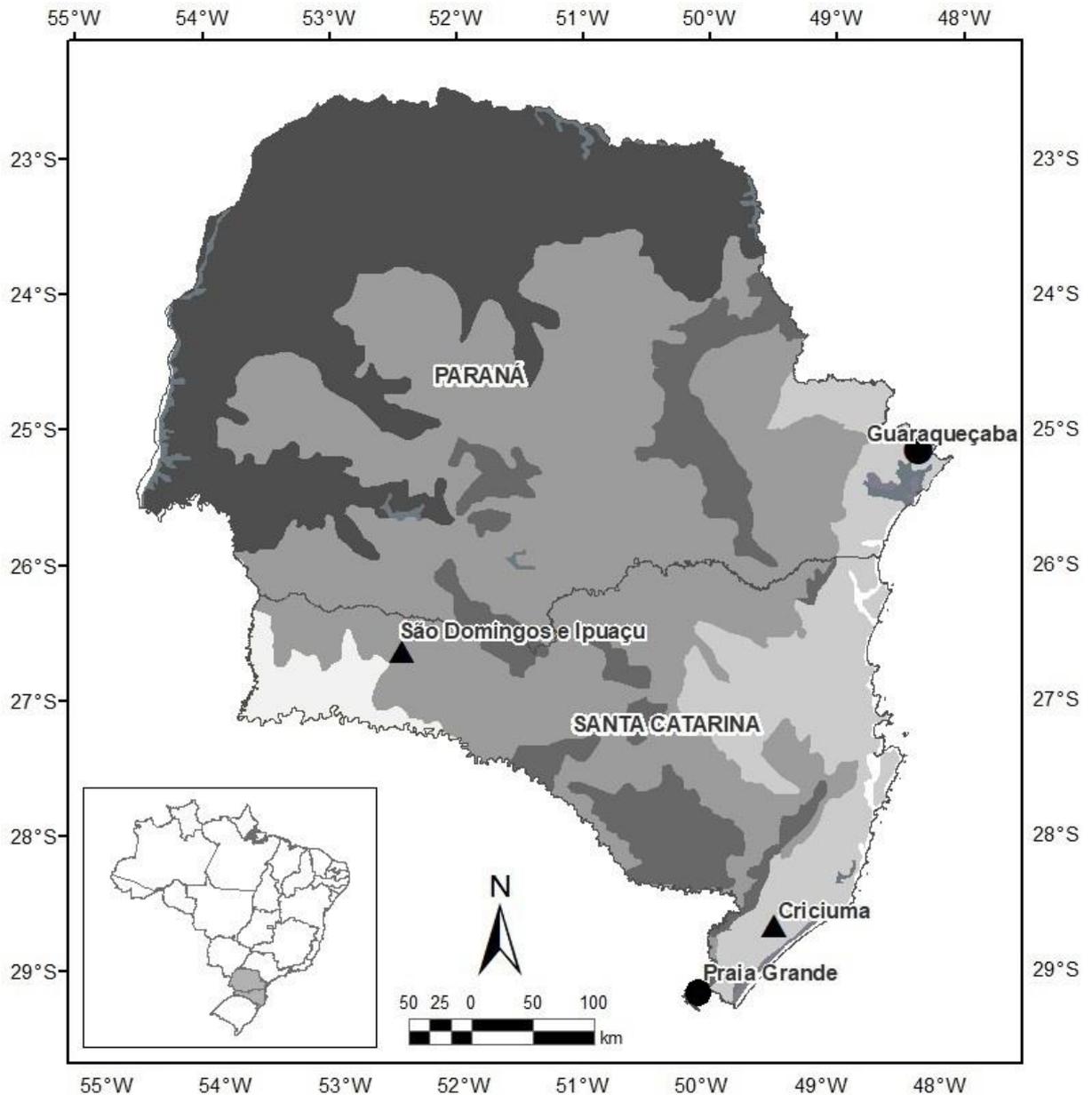
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo baseia-se em material coletado em diferentes pontos dos estados de Santa Catarina e Paraná, região sul do Brasil (Figura 1). A Região insere-se no bioma Mata Atlântica e abrange diferentes regiões fitogeográficas (IBGE 2012). Nestes dois estados predominam climas dos tipos *Cfa*, caracterizado como subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes e; tipo *Cfb*, caracterizados como clima temperado, com verões amenos e sem estação seca definida (ALVARES et al., 2013).

Os pontos de amostragem se encontram em áreas onde a cobertura vegetal apresenta diferentes níveis de degradação. Os ambientes amostrados que foram considerados naturais se encontram em áreas contínuas de vegetação, dentro dos limites de unidades de conservação, localizadas em áreas próximas a encosta da Serra do Mar e Serra Geral, sugerindo melhor estado de conservação. Já os ambientes considerados antrópicos localizam-se em ambientes modificados, compostos predominantemente por áreas urbanas e/ou agrícolas (DIAS et al., 1998; VIBRANS et al., 2010). Nesses locais, a influência antrópica inclui ocupação humana de forma geral, industrialização, mineração de carvão, agricultura, pecuária e fragmentação (FALKENBERG, 1999; DENARDIN; SULZBACH, 2005; MILIOLI et al., 2009; FUJITA, 2013).

Figura 2: Localização dos pontos de coleta dos indivíduos de *A. lituratus* e *S. lilium* depositados nas coleções zoológicas da FURB e da UNESC, que foram mensurados para a obtenção das medidas dos caracteres morfológicos externos dos espécimes.



Legenda

- | | | |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------|
| ▲ Ambiente antrópico | Fitofisionomias | ■ Floresta Ombrófila Densa |
| ● Ambiente natural | ■ Campos (Estepes) | ■ Floresta Ombrófila Mista |
| □ Limites Estaduais | ■ Floresta Estacional Decidual | ■ Formação Pioneira |
| | ■ Floresta Estacional Semidecidual | ■ Massa D'água |

Informações Adicionais

Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S
 Projeção: Transverse Mercator
 Datum: SIRGAS 2000

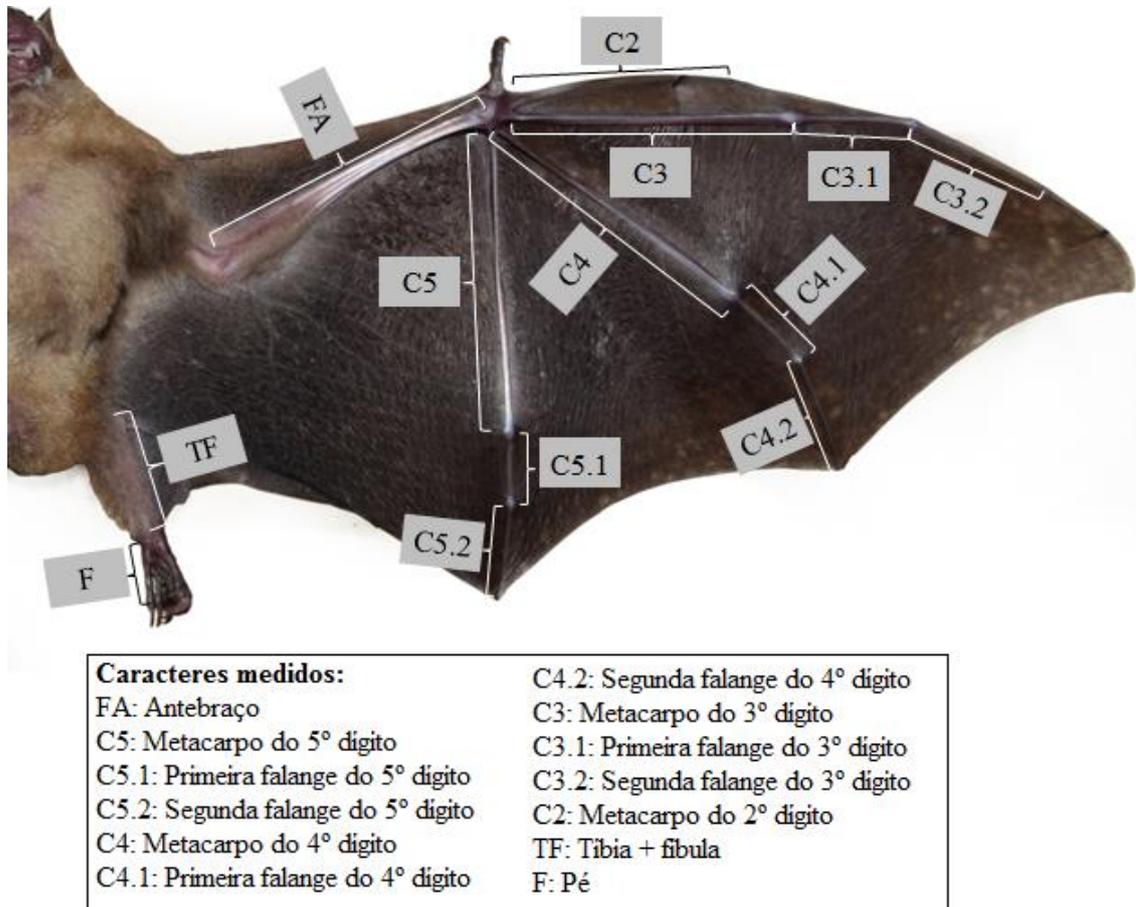
Fonte: Do autor (2017)

3.2 OBTENÇÃO DE DADOS MORFOLÓGICOS

Foram analisados espécimes de *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium*, depositados nas coleções do Laboratório de Zoologia e Ecologia de Vertebrados da UNESC e na coleção do Laboratório de Zoologia da FURB. Mediu-se somente os indivíduos adultos, sendo que, a definição de classe etária se baseou no desgaste dos dentes e no grau de ossificação das epífises. Também foi efetuada separação de procedência dos indivíduos, os quais foram classificados como, de origem em ambiente natural ou de origem em ambiente antrópico.

Para cada um dos indivíduos analisados foram medidos com paquímetro digital de precisão de 0,01mm, 13 caracteres morfológicos externos, sendo estes: comprimento de antebraço (FA), comprimento do metacarpo, primeira e segunda falanges do quinto dígito (C5, C5.1 e C5.2); comprimento do metacarpo, primeira e segunda falanges do quarto dígito (C4, C4.1 e C4.2); comprimento do metacarpo, primeira e segunda falanges do terceiro dígito (C3, C3.1 e C3.2), comprimento do metacarpo do segundo dígito (C2), comprimento da tíbia e da fíbula (TF) e comprimento do pé (F) de cada espécime coletado e de cada lado do corpo (Figura 2). As medidas de comprimento de estruturas alares seguiram protocolo descrito por Stevens et al., (2016).

Figura 2 – Descrição visual dos 13 caracteres morfológicos externos mensurados nos espécimes de *A. lituratus* e *S. lilium*, coletados em ambientes naturais e antrópicos, em 13 localidades nos estados de Santa Catarina e Paraná, Região Sul do Brasil.



Fonte: Do autor (2017)

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Para testar a diferença das medidas dos caracteres entre os eixos do corpo entre áreas naturais e antrópicas para cada caráter utilizou-se o teste de Wilcoxon. O teste foi aplicado para cada caráter de cada espécie, comparando-se as medidas do lado esquerdo e direito, sendo as medidas do lado direito do plano corpóreo alocadas sempre na coluna direita, e as medidas do lado esquerdo do plano corpóreo sempre na coluna da esquerda da matriz de dados. Para cada caráter, obteve-se o valor de significância estatística (p), e o valor tabelado do teste de Wilcoxon (Z). Considerou-se caráter assimétrico aquele que obteve valor de significância menor ou igual a 0,05. Todas as análises estatísticas foram realizadas através do software *Bioestat 5.3* (AYRES et al., 2007).

4 RESULTADOS

Analisamos 40 indivíduos de *A. lituratus*, sendo 19 provenientes de ambientes naturais e 21 de antrópicos e 64 indivíduos de *S. lilium*, dos quais 27 foram coletados em ambientes naturais e 37 em ambientes antrópicos.

Para os espécimes de *A. lituratus*, a comparação dos valores de medida entre lado direito e esquerdo do corpo demonstra que dos 13 caracteres morfológicos analisados, quatro foram assimétricos em ambientes antrópicos, ao passo que em ambientes naturais, somente três caracteres apresentaram esta característica (Tabela 1). Os caracteres que expressaram assimetria flutuante em ambientes antrópicos, foram: metacarpo ($Z = 2,972$; $p = 0,003$) e segunda falange ($Z = 2,798$; $p = 0,005$) do quinto dígito; segunda falange do quarto dígito ($Z = 2,363$; $p = 0,018$) e segunda falange do terceiro dígito ($Z = 2,172$; $p = 0,029$ – Tabela 1). Já em ambientes naturais, os caracteres assimétricos foram: Metacarpo do quarto dígito ($Z = 3,421$; $p < 0,001$), metacarpo do terceiro dígito ($Z = 2,334$; $p = 0,019$), e tibia e fíbula ($Z = 2,012$; $p = 0,044$ – Tabela 1).

Tabela 1. Valores do teste de Wilcoxon (Z) e significância (p), para comparação dos treze caracteres morfológicos externos analisados em *Artibeus lituratus*, entre ambientes naturais e antrópicos, nos estados de Santa Catarina e Paraná, Região sul do Brasil.

Caracteres	Ambiente antrópico		Ambiente natural	
	Z	p	Z	p
Antebraço	1,207	0,227	0,893	0,372
Metacarpo do 5º dígito	2,972	0,003*	1,187	0,235
1ª falange do 5º dígito	0,817	0,414	0,893	0,372
2ª falange do 5º dígito	2,798	0,005*	0,871	0,384
Metacarpo do 4º dígito	1,373	0,169	3,421	<0,001*
1ª falange do 4º dígito	0,226	0,821	1,509	0,131
2ª falange do 4º dígito	2,363	0,018*	1,408	0,159
Metacarpo do 3º dígito	0,643	0,520	2,334	0,019*
1ª falange do 3º dígito	0,434	0,664	1,207	0,227
2ª falange do 3º dígito	2,172	0,029*	0,402	0,687
Metacarpo do 2º dígito	0,017	0,986	0,644	0,519
Tíbia + Fíbula	0,261	0,794	2,012	0,044*
Pé	1,136	0,256	0,174	0,862

* : Valor de p estatisticamente significativo.

Os espécimes de *Sturnira lilium* apresentaram cinco caracteres morfológicos assimétricos em ambientes antrópicos e quatro em ambientes naturais (Tabela 2). Tais caracteres assimétricos foram: metacarpo ($Z = 4,805$; $p < 0,001$) e segunda falange ($Z = 2,278$; $p = 0,023$) do quinto dígito; metacarpo do quarto dígito ($Z = 3,560$; $p < 0,001$) metacarpo do terceiro dígito ($Z = 2,157$; $p = 0,031$) e tíbia e fíbula ($Z = 4,594$; $p < 0,001$) para ambientes antrópicos, e: metacarpo do quinto dígito ($Z = 3,556$; $p < 0,001$) metacarpo do quarto dígito ($Z = 3,668$; $p < 0,001$); metacarpo ($Z = 2,475$; $p = 0,013$) e segunda falange do terceiro dígito ($Z = 2,607$; $p = 0,009$) para ambientes naturais.

Tabela 2. Valores do teste de Wilcoxon (Z) e significância (p), para comparação dos treze caracteres morfológicos externos analisados em *Sturnira lilium*, entre ambientes naturais e antrópicos, nos estados de Santa Catarina e Paraná, Região sul do Brasil.

Caracteres	Ambiente antrópico		Ambiente natural	
	Z	p	Z	p
Antebraço	1,564	0,118	0,343	0,731
Metacarpo do 5º dígito	4,805	<0,001*	3,556	<0,001*
1ª falange do 5º dígito	0,864	0,387	1,057	0,290
2ª falange do 5º dígito	2,278	0,023*	1,309	0,190
Metacarpo do 4º dígito	3,560	<0,001*	3,688	<0,001*
1ª falange do 4º dígito	0,634	0,526	0,734	0,463
2ª falange do 4º dígito	0,825	0,409	0,471	0,637
Metacarpo do 3º dígito	2,157	0,031*	2,475	0,013*
1ª falange do 3º dígito	1,418	0,156	0,264	0,791
2ª falange do 3º dígito	0,471	0,637	2,607	0,009*
Metacarpo do 2º dígito	0,151	0,880	1,057	0,290
Tíbia + Fíbula	4,594	<0,001*	1,309	0,190
Pé	1,171	0,242	1,054	0,292

* : Valor de p estatisticamente significativo.

5 DISCUSSÃO

Para os indivíduos mensurados de ambas as espécies, a assimetria dos caracteres morfológicos foi maior em ambiente antrópico que no natural. Isso refuta a hipótese nula de que não há diferença no número de caracteres assimétricos na comparação entre ambientes naturais e antrópicos na Região Sul do Brasil. Apesar dos indivíduos analisados pertencerem à espécies com ampla plasticidade ecológica, bem distribuídas e abundantes em áreas alteradas (ALMEIDA et al., 2005; REIS et al., 2006), *A. lituratus* e *S. liliium* provavelmente lidam com impactos resultantes da modificação do habitat de maneira semelhante, os quais tendem a expressar maior incidência de assimetria flutuante em ambientes antrópicos. Ambas as espécies estão expostas a fontes similares de estresse ambiental nos ambientes que ocupam, levando em consideração apenas fatores extrínsecos às populações. Isso pode ser um indício de que, ambientes antrópicos tendem a apresentar maior incidência de fontes de ruído ambiental e conseqüentemente maior impacto causador de assimetria para ambas as espécies (BISHOP et al., 1999; VANDENLANDENBERG et al., 2003; SANSEVERINO; NESSIMIAN, 2008).

Os indivíduos de *S. liliium* apresentaram maior porcentagem de caracteres assimétricos (38%), quando comparado a *A. lituratus* (31%). Isso sugere que algum atributo possa tornar esta espécie mais susceptível à ocorrência de assimetria flutuante em ambientes antrópicos que *A. litruatus*. Essa característica pode estar relacionada com o modo de forrageamento desta espécie. Indivíduos de *S. liliium* se alimentam predominantemente de espécies vegetais que proporcionam pequena quantidade de frutos maduros, entretanto por longos períodos (MELLO et al., 2008; SILVA et al., 2008; MELLO, 2009). Além disso, a espécie apresenta menor capacidade de deslocamento, quando comparado à *A. lituratus* (KALKO et al., 1996; ALBRECHT et al., 2007) . Considerando as menores distâncias de deslocamento e a maior fidelidade dos indivíduos às plantas onde forrageiam, os indivíduos devem se manter por um período maior próximas a seus sítios de alimentação. Esse comportamento expõe a espécie de maneira direta e constante aos efeitos causados pelas atividades antrópicas, os quais vão desde estresse oxidativo e acumulação de metais pesados (ZOCHE et al., 2010; PEDROSO, 2015) até maior sazonalidade na oferta de recursos alimentares (MELLO, 2009). Efeitos cumulativos destas exposições podem aumentar o ruído ambiental, resultando em maior frequência de estruturas assimétricas.

Em ambientes antrópicos, devido à baixa heterogeneidade dos micro-habitats, pode haver menor densidade e diversidade de plantas, podendo resultar em alterações temporais na disponibilidade de recurso alimentar (RAMALHO et al., 2009; SANTOS, 2010). Essa variação pode gerar estresse para populações das espécies que dependem de recursos que são naturalmente sazonais, como *A. lituratus*, que baseia grande parte de sua dieta em plantas com síndrome de frutificação do tipo “big-bang”, caracterizada por apresentar grande número de frutos disponíveis, por um curto período de tempo (PASSOS et al., 2003; PASSOS; GRACIOLLI, 2004; SILVA et al., 2008; MELLO, 2009). Para essa espécie, em ambientes alterados, a redução de plantas adultas com potencial de frutificação, pode acentuar ainda mais a sazonalidade dos recursos alimentares, fazendo com que as populações tenham que se deslocar por uma área maior (MENEZES et al., 2008; ARNONE et al., 2016; CARVALHO et al., 2017), aumentando o estresse ambiental e fisiológico, e conseqüentemente a incidência de assimetria flutuante.

Outro fator intra-específico que pode exercer influência na ocorrência de assimetria flutuante nas duas espécies, é a taxa metabólica. *Artibeus lituratus* possui menor taxa metabólica quando comparado a *S. lilium* (ALMEIDA; CRUZ-NETO, 2011). Além da maior taxa metabólica, *S. lilium* possui drásticas variações na massa corporal ao longo do ano, essas por sua vez, se relacionam diretamente à disponibilidade de recursos alimentares e necessidade energética para termorregulação (ALMEIDA; CRUZ-NETO, 2011). Assim, durante a gestação, onde a demanda energética e a necessidade de consumo de recursos alimentares se torna maior (KURTA et al., 1989), aliadas a possível procura por novos sítios de alimentação entre fragmentos, pode resultar em um saldo positivo de estresse, sendo assim, potencialmente causador de assimetria flutuante.

Os caracteres que expressaram assimetria em ambiente antrópico ficaram restritos aos membros anteriores, com exceção de tíbia e fíbula para *S. lilium*. Assim como em outros estudos, incluindo o único abordando assimetria flutuante em morcegos no Brasil (FIGUEIREDO et al., 2015), os caracteres que expressam assimetria encontram-se nos membros posteriores dos morcegos, uma vez que possuem menor influência na capacidade de voo quando comparados a caracteres de membros anteriores (GUMMER; BRIGHAM, 1995). Este fato pode não ser necessariamente um potencial dificultador na eficiência do voo dos indivíduos, já que existem mecanismos de neutralização que compensam as diferenças na medida dos caracteres morfológicos alares com a equivalência da área das asas (UETI et al., 2015).

A ocorrência de assimetria flutuante em áreas antrópicas na Região Sul do Brasil já era característica esperada, visto que as populações ocorrentes em áreas alteradas sofrem além da perda de habitat e fragmentação, também com problemas relacionados à contaminação por metais pesados (ZOCHE et al., 2010) e estresse oxidativo em estruturas pulmonares (PEDROSO, 2015). Ademais, a alteração ambiental e a fragmentação podem reduzir o tamanho populacional das espécies, restringindo as possibilidades de escolha por parceiros sexuais, o que pode elevar as chances de cruzamentos entre indivíduos assimétricos (WITTER; SWADDLE, 1994; VOIGT et al., 2005), aumentando assim a incidência de assimetria flutuante nestas regiões.

6 CONCLUSÃO

Considerando a crescente degradação ambiental e a consequente ameaça à biodiversidade ao longo do tempo, o uso da assimetria flutuante como metodologia de biomonitoramento é possível, tanto em animais cativos quanto em animais de vida livre. Essa constatação possibilita a aplicação da assimetria flutuante como metodologia de biomonitoramento da qualidade ambiental em diversas áreas e táxons. Sendo um estudo pioneiro em relação a comparação entre áreas com diferentes níveis de conservação, este estudo pode subsidiar novos estudos que busquem entender as causas e consequências das ações antrópicas em diferentes grupos zoológicos. Por ser um método de diagnóstico rápido, o uso da assimetria flutuante como objeto de estudo pode auxiliar no controle dos danos ambientais em diferentes grupos, assim proporcionando alternativas para possíveis ações mitigatórias, de manejo e detecção de áreas prioritárias à conservação, antes que as avarias causadas pelas ações antrópicas tornem-se irreversíveis.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L.; MEYER, C. F. J.; KALKO, E. K.V. Differential mobility in two small phyllostomid bats, *Artibeus watsoni* and *Micronycteris microtis*, in a fragmented neotropical landscape. **Acta Theriologica**, v. 52, n. 2, p. 141-149, 2007.
- 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.
- ALMEIDA, C. G.; MORO, R. S.; ZANON, C. M. V. Dieta de duas espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae) em remanescentes florestais alterados na área urbana de Ponta Grossa, PR. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 11, n. 3, p. 15-21, 2005.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARNONE, I.S.; TRAJANO, E.; PULCHERIO-LEITE, A.; PASSOS, F.C. Long-distance movement by a great fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), in southeastern Brasil (Chiroptera, Phyllostomidae): evidence for migration in Neotropical bats?. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2016.
- AYRES, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências Bio-Médicas**. Belém do Pará. 2007. 380p.
- BADYAEV, A. V.; FORESMAN, K. R.; FERNANDES, M. V. Stress and developmental stability: vegetation removal causes increased fluctuating asymmetry in shrews. **Ecology**, v. 81, n. 2, p. 336-345, 2000.
- BAGLIANO, R. V.; BACCARO, C. A. P. Revisão bibliográfica de assimetria flutuante como indicador de impacto ambiental. **Revista da Católica**, v. 3, n. 6, p. 216-231, 2012.
- BIANCONI, G. V.; PEDRO, W. A. Família Vespertilionidae. In: Reis, N.R., Peracchi, A.L. Pedro, W.A. Lima, I.P (Ed.) **Morcegos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007. p. 167-195.
- BISHOP, C. A.; MAHONY, N. A.; STRUGER, J.; NG, P.; PETTIT, K. E. Anuran development, density and diversity in relation to agricultural activity in the Holland River watershed, Ontario, Canada (1990–1992). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 57, n. 1, p. 21-43, 1999.
- BORTOLOTTI, G. R.; GABRIELSON, R. Fluctuating asymmetry in the skeleton of the American kestrel, *Falco sparverius*: a test of the consequences of sexual size dimorphism. **Canadian Journal of Zoology**, Canada, v. 73, n.1, p. 141-145, 1995.
- BRUNA, E. **Effect of habitat fragmentation on the growth, reproduction and population dynamics of an Amazony understory herb (*Heliconia acuminata*, Heliconiaceae)**. 2001.

226f. Dissertação (mestrado em filosofia em população biológica), University of California, Davis, 2001.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 968p.

CARVALHO, F.; BOLLA, D. A. S.; MIRANDA, J. M. D.; ZOCCHÉ, J. J. Deslocamentos de morcegos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae), entre diferentes fitosifionomias da Mata Atlântica, no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 15, n. 2, p. 78-82, 2017.

COSTA, M.; MATEUS, R. P.; MOURA, M. O. Constant fluctuating asymmetry but not directional asymmetry along the geographic distribution of *Drosophila antonietae* (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, n. 4, p. 337-342, 2015.

DIAS, D.; ESBERÁRD, C. E. L.; MORATELLI R. A new species of Lonchophylla (Chiroptera, Phyllostomidae) from the Atlantic Forest of southeastern Brazil, with comments on *L. bokermanni*. **Zootaxa**, v. 3722, n. 3, p. 347-360, 2013.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A.; LOBO, P. C. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, n. 2, p. 183-195, 1998.

FALKENBERG, B. D. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **INSULA Revista de Botânica**, v. 28, [s.n], p. 1-30, 1999.

FIGUEIREDO D.; MILLER, B. G.; LEAL, E. S. B; MONTES, M. A. Fluctuating asymmetry in populations of bats: species adapted to urban environments are not hampered by habitat degradation. **Chiroptera Neotropical**, v. 21, n. 1, p. 1305-1311, 2015.

FINNERTY, J. R.; PANG, K.; BURTON, P.; PAULSON D.; MARTINDALE, M. Q. Origins of bilateral symmetry: Hox and Dpp expression in a sea anemone. **Science**, v. 304, n. 5675, p. 1335-1337, 2004.

FLEMING, T. H.; HOOPER, E. T.; WILSON, D. E.; Three central american bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. **Ecology**, v. 53, n. 4, p. 555-569, 1972.

FUJITA, C. Chapecó: estrutura e dinâmica de uma cidade média no oeste catarinense. **Geo Uerj**, v. 1, n. 24, p. 312-338, 2013.

GALBO, K. R.; TABUGO, S. R. M. Fluctuating asymmetry in the wings of *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera: Culicidae) from selected barangays in Iligan City, Philippines. **AAFL Bioflux**, v. 7, n. 5, p. 357-364, 2014.

GANNON M. R.; WILLIG M. R.; JONES J. K. Morphometric variation, measurement error, and fluctuating asymmetry in the red fig-eating bat (*Stenoderma rufurn*). **Texas Journal of Science**, v. 44, [s.n], p. 389-404, 1992.

GREGORIN, R.; MORAS, L. M.; ACOSTA, L. H.; VASCONCELLOS, K. L.; POMA, J. L.; SANTOS, F. R.; PACA, R. C. A new species of *Eumops* (Chiroptera: Molossidae) from southeastern Brazil and Bolivia. **Mammalian Biology**, v. 81, n. 3, p. 235-246, 2016.

GROENENDIJK, D.; ZEINSTRA, L. W. M.; POSTMA, J. F. Fluctuating asymmetry and mentum gaps in populations of the midge *Chironomus riparius* (diptera: Chironomidae) from a metal-contaminated river. **Environmental Toxicology And Chemistry**, v. 17, n. 10, p. 1999-2005, 1998.

GUMMER, D. L.; BRIGHAM, R. M. Does fluctuating asymmetry reflect the importance of traits in little brown bats (*Myotis lucifugus*)?. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, n. 5, p. 990-992, 1995.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p.

JUSTE, J.; LÓPEZ-GONZÁLES, C.; STRAUSS, R. E. Analysis of asymmetries in the African fruit bats *Eidolon helvum* and *Rousettus aegyptiacus* (Mammalia: Megachiroptera) from the islands of the Gulf of Guinea. I. Variance and size components of bilateral variation. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 14, [s.n], p. 663-671, 2001a.

JUSTE, J.; LÓPEZ-GONZÁLES, C.; STRAUSS, R. E. Analysis of asymmetries in the African fruit bats *Eidolon helvum* and *Rousettus aegyptiacus* (Mammalia: Megachiroptera) from the islands of the Gulf of Guinea. II. Integration and levels of multivariate fluctuating asymmetry across a geographical range. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 14, [s.n], p. 672-680, 2001b.

JUSTUS, A. **Morfometria, Assimetria Flutuante e Tabelas de Vida e de Fertilidade em *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

KALKO, E. K. V; HERRE, E. A.; HANDLEY, C. O. Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the New and Old World tropics. **Journal of Biogeography**, v. 23, n. 4, p. 565-576, 1996.

KIMBALL, R. T.; LIGON, J. G.; MEROLA-ZWARTJES, M. Fluctuating asymmetry in red junglefowl. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 10, n. 4, p. 441-457, 1997.

KURTA, A.; BELL, NAGY, K. A.; KUNZ, T. H. Energetics of pregnancy and lactation in free-ranging little brown bats (*Myotis lucifugus*). **Physiol. Zool.** v. 62, n. 3, p. 804-818, 1989.

LAZIC, M. M.; CARRETERO, M. A.; CRNOBRNJA-ISAILOVIC, J.; KALIONTZOPOULOU, A. Postnatal dynamics of developmental stability and canalization of lizard head shape under different environmental conditions. **Evolutionary Biology**, v. 43, n. 3, p. 368-379, 2016.

LAZIC, M. M.; KALIONTZOPOULOU, A.; CARRETERO, M. A.; CRNOBRNJA-ISAILOVIC, J. Lizards from Urban Areas Are More Asymmetric: Using Fluctuating Asymmetry to Evaluate Environmental Disturbance. **Plosone**, v. 8, n. 12, p. 1-9, 2013.

LEARY, R. F.; ALLENDORF, F. W. 1989. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: implications for conservation biology. **Trends in Ecology ; Evolution**, v. 4, n. 7, p. 214-217, 1989.

LERNER, I. M. **Genetic Homeostasis**, New York: Wiley, 1954. 134 p.

LIJTEROFF, R., LIMA, L.; PRIERI, B. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina. **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 111-120, 2009.

LUDOSKI, J.; DJURAKIC, M.; MARTÍNEZ-SANCHEZ, A. I.; ROJO, S.; MILANKOV, V. Phenotypic variation of the housefly, *Musca domestica*: Amounts and patterns of wing shape asymmetry in wild populations and laboratory colonies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, n. 1, p. 35-47, 2014.

MARINHO, L. A. **Contribuição à citogenética de testudines e análise de assimetria flutuante em *Eretmochelys imbricata*, Cheloniidae**. 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

MARKOW, T. A. Evolutionary ecology and developmental instability. **Annual Review Of Entomology**, v. 40, n. 1, p. 105-120, 1995.

MELLO, M. A. R. Temporal variation in the organization of a Neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). **Acta Oecologica**, v. 35, n. 2, p. 280-286, 2009.

MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; 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.

MENEZES, L.F.; DUARTE, A. C.; NOVAES, L. R. M.; FAÇANHA, A. C.; PERACCHI, A. L.; COSTA, L. M.; FERNANDES, A.F. P. D.; ESBERARD, C. E. L. Deslocamento de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Mammalia, Chiroptera) entre ilha e continente no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, p. 243-245, 2008.

MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. 315p.

MOLLER, A. P. Patterns of fluctuating asymmetry and selection against asymmetry. **Evolution**, v. 48, n. 3, p. 658-671, 1994.

MOLLER, A. P. 1996. Parasitism and developmental instability of hosts: a review. **Oikos**, v. 77, n. 2, p. 189-196, 1996.

MUÑOZ-ROMO, M.; BURGOS, J. F.; KUNZ, T. H. The dorsal patch of males of the Curaçaoan long-nosed bat, *Leptonycteris curasoae* (Phyllostomidae: Glossophaginae) as a visual signal. **Acta Chiropterologica**, v. 13, n. 1, p. 207-215, 2011.

NOGUEIRA, M. R.; LIMA, I. P., MORATELLI, R.; TAVARES, V. C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List**, v. 10, n. 4, p. 808-821, 2014.

PALMER, A. Richard. Fluctuating asymmetry analyses: a primer. In: MARKOW, T. A. (Ed.) **Developmental instability: its origins and evolutionary implications**. Tempe: Springer Netherlands, 1994. p. 335-364.

PALMER, A. R.; STROBECK, C. Fluctuating asymmetry analysis revisited. In: POLAK, M. (Ed.) **Developmental instability: causes and consequences**. Oxford: Oxford University Press On Demand, 2003. p. 279–319.

PALMER, A. R; STROBECK, C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. **Annual review of Ecology and Systematics**, v. 17, n. 1, p. 391-421, 1986.

PASSOS, F. C.; SILVA, W. R.; PEDRO, W. A.; BONIN, M. R. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 511-517, 2003.

PASSOS, F. C.; GRACIOLL, I. G. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers) (Chiroptera, Phyllostomidae) em duas áreas do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 3, p. 487-489, 2004.

PEDRO, W. A.; TADDEI, V. A. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 6, [s.n], p. 3-21, 1997.

PEDROSO, G. S. **Morcegos da Bacia Carbonífera Catarinense como espécies sentinelas aos efeitos nocivos ao pulmão induzidos pela exposição ao carvão mineral**. 2015. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência Biológicas, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

RAMALHO, A.V.; GAGLIANONE, M. C.; OLIVEIRA, M. L. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 1, p. 95-101, 2009.

REIS, N.R.; PERACCHI A. L.; LIMA, I. P.; PEDRO, W. A. Riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em dois diferentes habitats, na região centro-sul do Paraná, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 813-816, 2006.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (eds.) 2ª ed. **Mamíferos do Brasil – Guia de Identificação**. Londrina: Technical Books. 2012. 557p.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Assimetria flutuante em organismos aquáticos e sua aplicação para avaliação de impactos ambientais. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 382-405, 2008.

- SANTOS, J. M. F. F. **Diversidade e abundância inter-anual no componente herbáceo da caatinga: paralelos entre uma área preservada e uma área antropizada em regeneração natural.** 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- SCHEINER, S. M.; CAPLAN, R. L.; LYMAN, R. F. The genetics of phenotypic plasticity. III. Genetic correlations and fluctuating asymmetries. **Journal Of Evolutionary Biology**, v. 4, n. 1, p. 51-68, 1991.
- SCHEINER, S. M. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. **Annual Review Of Ecology**, v. 24, [s.n], p. 35-68, 1993.
- SILVA, A. G.; GAONA, O.; MEDELLÍN, R. A. Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in lacandon forest, México. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 1, p. 43-49, 2008.
- SILVA, J. J.; MENDES, J.; LOMÔNACO, C. Developmental Stress by Diflubenzuron in *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758.) (Diptera: Muscidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 2, p. 249-253, 2004.
- STEVENS, R. D.; JOHNSON M. E.; MCCULLOCH E. S. Geographic variation of wing morphology of great fruit-eating bats (*Artibeus lituratus*): environmental, genetic and spatial correlates of phenotypic differences. **Biological Journal Of The Linnean Society**, v.118, n. 4, p. 734-744, 2016.
- SWADDLE, J. P.; WITTER, M. S.; CUTHILL, I. C.; BUDDEN, A.; MCCOWEN, P. Plumage condition affects flight performance in common starlings: implications for developmental homeostasis, abrasion and moult. **Journal of Avian Biology**, v. 27, n. 2 p. 103-111, 1996.
- THOMAS, A. L. R. The aerodynamic costs of asymmetry in the wings and tail of birds: asymmetric birds can't fly round tight corners. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 254, n. 1341, p. 181-189, 1993.
- UETI A.; POMPEU P. S.; FERREIRA R. L. Asymmetry compensation in a small vampire bat population in a cave: a case study in Brazil. **Subterranean Biology**, v. 15, [s.n], p. 57-67, 2015.
- VAN VALEN, L. 1962. A study of fluctuating asymmetry. **Evolution**, v. 16, n. 2, p. 125-142, 1962.
- VANDENLANGENBERG, S. M.; CANFIELD, J. T.; MAGNER, J. A. A regional survey of malformed frogs in Minnesota (USA)(Minnesota malformed frogs). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 82, n. 1, p. 45-61, 2003.
- VARZINCZAK, L. H.; BERNARDI, I. P.; PASSOS, F. C. Is the knowledge of bat distribution in the Atlantic Rainforest sufficient? Comments about new findings and a case study in the Paraná State coastal area, Brazil. **Mammalia**, v. 80, n. 3, p. 263-269, 2016.

VIBRANS, A. C.; SEVGNANI L.; LINGNER, D. V.; GASPER, A. L.; SABBAGH, S. Inventário florístico florestal de Santa Catarina (IFFSC): aspectos metodológicos e operacionais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 291-302, 2010.

VOIGT, C. C.; HECKEL, G.; MAYER, F. Sexual selection favours small and symmetric males in the polygynous greater sac-winged bat *Saccopteryx bilineata* (Emballonuridae, Chiroptera). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 57, n. 5, p. 457-464, 2005.

WADDINGTON, C. H. Canalization of development and the inheritance of acquired characters. **Nature**, v. 150, n. 3811, p. 563-565, 1942.

WAUTERS, L. A.; DHONDT, A. A.; KNOTHE, H.; PARKIN, D. T. Fluctuating asymmetry and body size as indicators of stress in red squirred populations in woodland fragments. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, n. 4, p. 735-740, 1996.

WAYNE, R. K.; MODI, W. S.; O'BRIEN, S. J. Morphological variability and asymmetry in the Cheetah (*Acinonyx jubatus*), a genetically uniform species. **Evolution**, v. 40, n. 1, p. 78-85, 1986.

WITTER, M. S.; SWADDLE, J. P. Fluctuating asymmetries, competition and dominance. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 256, n. 1347, p. 299-303, 1994.

ZOCHE, J. J.; FREITAS, M.; ESEMANN DE QUADROS, K. Concentração de Zn e Mn nos efluentes do beneficiamento de carvão mineral e em *Typha domingensis* Pers (TYPHACEAE). **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 177-187, 2010.