Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC
Departamento de Ciências Biológicas - DCB
Programa de Pós-Graduação em Zoologia -PPGZOO

Beatriz Kellen Teixeira Felix

"Nada se perde, tudo se transforma": Estimativa de comprimento e largura a partir de fragmentos de artrópodes em dieta de anuros Neotropicais.

ILHÉUS- BAHIA
2019

Beatriz Kellen Teixeira Felix

"Nada se perde, tudo se transforma": Estimativa de comprimento e largura a partir de fragmentos de artrópodes em dieta de anuros Neotropicais.

Dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz como requisito para obtenção do título de Mestre em Zoologia
Área de concentração: Zoologia Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Mirco Solé Kienle

ILHÉUS-BAHIA
2019

BEATRIZ KELLEN TEIXEIRA FELIX

"Nada se perde, tudo se transforma": Estimativa de comprimento e largura a partir de fragmentos de artrópodes em dieta de anuros Neotropicais.

Ilhéus, Bahia, 29 de Maio de 2019

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Mirco Solé (Orientador)
Universidade Estadual de Santa Cruz

_____

Prof. Dr. Danilo Tanga Ruas (Examinador)
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

_____

Prof. Dr. Iuri Ribeiro Dias (Examinador)
Universidade Estadual de Santa Cruz

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

Agradeço, bem como todas as minhas outras vitórias, a minha família, por sempre acreditar em minha capacidade e investir em mim e no meu futuro, vocês nunca pouparam esforços para que este sonho fosse realizado. Mamãe, seu cuidado e dedicação foram os meus alicerces que me deram, em muitos momentos, a esperança e a força para seguir. Papai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada.

Aos meus amigos e colegas, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. A todos que de alguma forma estiveram perto de mim, fazendo com que esta caminhada valesse cada vez mais a pena.

Ao meu amado noivo, Cleiton Fernando, por toda ajuda, paciência. Por todas as madrugadas em claro enquanto me apoiava. Por todas as vezes que esteve ao meu lado em meu momento de angústia, você foi de extrema importância em minha caminhada.

Aos meus avôs Maria, Rosa e Severino, todos estes em memória, que mesmo não estando presentes, sei que lá no céu olham por mim. Vovô José, que diz se orgulhar muito da neta “médica dos sapos”.

Não podia deixar de agradecer ao meu melhor amigo peludo. Eu não podia ter melhor cachorro. Sempre ao meu lado nas madrugadas a dentro. Não poderia haver melhor companhia.

Ao Laboratório de Vertebrado. Aos meus companheiros de trabalho e irmãos na amizade que fizeram parte de minha formação e que vão continuar presentes em minha vida.

Ao professor Mirco Solé, pela orientação, apoio e confiança. Por todas as vezes que me ergueu, me acalmou e me disse que eu era capaz, quando eu achava que não podia mais seguir.

A coleção entomológica da UESC pelo material disponibilizado. Assim como também aos integrantes. Ao professor Anibal Ramadan, por toda paciência, ajuda e apoio.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento, não apenas racional, mas pelas manifestações e afeto durante toda a minha caminhada.

RESUMO

Entender como anfíbios anuros se comportam em relação ao seu hábito alimentar é o foco principal de muitos pesquisadores. Trabalhos de descrição de dieta têm como objetivo descrever quais são os itens frequentemente ingeridos, o número total de cada item e com que frequência estes é encontrada nos estômagos, além do volume das presas sendo necessária a largura e comprimento original da presa. Entretanto, a maioria dos itens encontrados na dieta estão parcialmente digeridos, raramente intactos, sendo o mais comum encontrar fragmentos corpóreos que apresentam um alto teor de "quitina" (ou outros materiais resistentes) que demoram mais tempo para serem digeridos. Por isso, Hirai & Matsui (2001) propuseram fórmulas para estimar o comprimento a partir de fragmentos corpóreos de insetos. Inicialmente, essas fórmulas foram criadas apenas para comprimento de algumas ordens, não se aplicando em outras como Blattodea, Mantodea e Odonata. Dessa forma, propomos nesse trabalho, criar fórmulas para estimar comprimento e largura baseada em fragmentos de presas pré-digeridas de itens frequentemente encontrados na dieta de anuros Neotropicais. Na elaboração dessas fórmulas foram feitas regressões entre as proporções corpóreas, entre o fragmento encontrado (asa, élitro, tórax e cabeça) e o comprimento ou largura original, validadas com teste de permutação de Monte Carlo e comparadas com as fórmulas propostas por Hirai & Matsui (2001). Foram mensurados 1717 espécimes adultos que originaram 36 fórmulas de comprimento e 15 fórmulas de largura contemplando as principais ordens recuperadas nos estudos de dieta de anuros. Finalmente, foi possível concluir que tanto as fórmulas propostas por Hirai & Matsui (2001) quanto as nossas foram aceitas como representativas para o estudo da dieta a partir de fragmentos de insetos Neotropicais. Entretanto, este trabalho complementou as fórmulas propostas por Hirai e Matsui (2001) para estimar comprimento com inserção de novas ordens, além de fórmulas inéditas para a estimativa de largura.

Palavras-chave: Ecologia trófica, Amphibia, Recursos tróficos.

ABSTRACT

Understanding how anuran amphibians behave in relation to their eating habits is the main focus of many researchers. Dietary description works aim to describe which items are frequently ingested, the total number of each item and how often they are found in the stomachs, as well as the volume of the prey, requiring the original width and length. However, most dietary items are partially digested, rarely intact, and body fragments that have a high "chitin" content (or other resistant materials) that take longer to digest are most commonly found. Therefore, Hirai & Matsui (2001) proposed formulas to estimate the length from body fragments of insects. Initially, these formulas were created only for the length of some orders, not applying to others such as Blattodea, Mantodea and Odonata. Thus, we propose in this work to create formulas to estimate length and width based on pre-digested prey fragments of items frequently found in the Neotropical anuran diet. In the elaboration of these formulas, regressions were made between the body proportions, between the fragment found (wing, élitro, thorax and head) and the original length or width, validated with Monte Carlo permutation test and compared with the formulas proposed by Hirai & Matsui. (2001). We measured 1717 adult specimens that originated 36 formulas in length and 15 formulas in width considering the main orders restore from anuran diet studies. Finally, it was possible to conclude that both the formulas proposed by Hirai & Matsui (2001) and ours were accepted as representative for the study of diet from Neotropical insect fragments. However, this work complemented the formulas proposed by Hirai and Matsui (2001) to estimate length with insertion of new orders, as well as unpublished formulas for estimating width.

Keyword: Diet, estimate, Neotropical.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Caixa entomológica contendo exemplares da ordem Lepidoptera. 11

Figura 2: Fragmentos de insetos Neotropicais utilizados para estimar comprimento: (A) Blattodea-Blattaria= X1 Comprimento da asa e X2 Comprimento do fêmur (A.1) Blattodea-Isoptera= X1 Largura da cabeça; (B) Coleoptera= X1 Comprimento do élitro; (C) Diptera= X1 Comprimento da asa; (D) Hemiptera= X1 Comprimento do pronoto; (E) Hymenoptera= X1 Largura da cabeça e X2 Comprimento da asa para Apidae e Vespidae; (F) Lepidoptera = X1 Largura da cabeça e X2 Comprimento da asa; (G) Mantodea= X1: Comprimento da asa e X2 Largura da cabeça; (H) Odonata= X1 Comprimento da asa e X2 Largura da cabeça; (I) Odonata= X1 Comprimento do fêmur e X2 Largura do tórax (Fonte: Adaptação de Rafael et al. 2012)..... 13

Figura 3: Fragmentos de insetos Neotropicais utilizados para estimar largura: (A) Blattodea-Blattaria= X1 Comprimento do fêmur e X2 Largura da asa; (B) Diptera= X1 Largura da asa; (C) Hymenoptera= X1 Largura da cabeça e X2 Comprimento da asa; (D) Mantodea= X1 Comprimento da asa; (E) Odonata= X1 Comprimento da asa e X2 Largura da cabeça; (F) Orthoptera= X1 Comprimento do fêmur (Fonte: Rafael et al. 2012)..... 13

Figura 4: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Coleoptera. O eixo Y representa os valores das proporções corpóreas entre o comprimento do élitro/comprimento total dos indivíduos analisados. As famílias Chrysomelidae (verde) e Scarabaeidae (azul) possuem os valores que estão entre o primeiro e terceiro quartil (caixa) distintos quando comparadas as outras famílias (p=2.1e-16)..... 17

Figura 5: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Hemiptera. O eixo Y representa os valores das proporções corpóreas entre a largura do pronoto/comprimento total dos indivíduos analisados. As famílias Cicadellidae (ouro), Coreidae (verde), Fulgoridae (verde escuro) e Pentatomidae (azul) possuem os valores que estão entre o o primeiro e teceiro quartil (caixa) distintos quando comparadas as outras famílias, sugerindo que essas famílias possuem proporções corpôreas diferentes da demais (p= <2.2e-16). 18

Figura 6: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Hymenoptera não Formicidae. O eixo Y representa a proporção entre o comprimento da asa/comprimento do corpo dos indivíduos mensurados. As famílias Apidae e Vespidae possuem proporções corpóreas distintas (p= <2.2e-17)..... 19

Figura 7: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Lepidoptera. O eixo Y representa a proporção entre o comprimento da asa/comprimento do corpo dos

indivíduos mensurados Todas as famílias mensuradas possuem os valores entre o primeiro e terceiro quartil semelhante, assumindo assim que não possuem diferenças nas proporções corpóreas entre famílias (p=0.0879)..... 20

Figura 8: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Odonata. O eixo Y representa as proporções corpóreas entre o comprimento da asa/comprimento total dos indivíduos mensurados e o eixo X representa as famílias analisadas. Todas as famílias mensuradas possuem os valores entre o primeiro e terceiro quartil semelhante, assumindo assim que não possuem diferenças nas proporções corpóreas entre famílias (p=0.07684)..... 21

Figura 9: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Orthoptera. O eixo Y representa as proporções corpóreas entre o comprimento do fêmur/comprimento total enquanto o eixo X representa as famílias mensuradas. As famílias Acrididae (gafanhoto) e Gryllotalpidae (verde escuro) possuem os valores que estão entre o o primeiro e teceiro quartil (caixa) distintos quando comparadas as outras famílias, sugerindo que essas famílias possuem proporções corpôreas diferentes da demais (p= 1.554e-12)..... 22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fragmentos de insetos utilizados para a construção das fórmulas de estimativa de comprimento e largura..... 12

Tabela 2: Comprimento médio, máximo, mínimo e desvio padrão em milímetros dos espécimes das Ordens utilizadas para as fórmulas de estimativa de comprimento e largura..... 16

Tabela 3: Relação entre os fragmentos pré-digeridos de artrópodes (X em mm) e total de comprimento (Y). X= fragmento do corpo encontrado no conteúdo estomacal, R^2= coeficiente de determinação, N= número de espécimes e Validação= Valor que comprova de a fórmula é válidas para os dados analisados, assumindo que valores de p-value maiores que 0,05 como validas. *= Famílias Carabidae, Cerambycidae, Elateridae e Tenebrionidae; **= Alydidae, Phymatidae, Reduviidae e Pyrrhocoridae; ***= Famílias Anostostomatidae, Eneopteridae, Gryllidae, Proscopiidae e Tettigoniidae..... 23

Tabela 4: Relacionamento entre os fragmentos pré-digeridos de artrópodes (X em mm) e total de largura (Y). X= fragmento do corpo encontrado no conteúdo estomacal, r^2= coeficiente de determinação, N= número de espécimes e Validação= Valor que comprova de a fórmula é válidas para os dados analisados, assumindo que valores de p-value maiores que 0,05 como validas. *= Famílias Anostostomatidae, Eneopteridae, Gryllidae, Proscopiidae e Tettigoniidae. 24

Tabela 5: Comparação entre as fórmulas aqui propostas e as propostas por Hirai e Matsui (2001). 25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **1**
2. OBJETIVOS **9**
2.1 Objetivo geral 9
2.2 Objetivos específicos 9
3. MATERIAIS E MÉTODOS **10**
3.1 Área de estudo 10
3.2 Coleta de dados 10
3.3 Análise dos dados 14
3.4 Validação das fórmulas 14
3.5 Comparação com as fórmulas propostas por Hirai e Matsui (2001) 15
4 RESULTADOS **16**
5 DISCUSSÃO **26**
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS **30**
APÊNDICE **40**
ANEXO **58**

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a região Neotropical tem sido o foco das atenções de muitos estudiosos que tem como objetivo descrever a sua diversidade (Carvalho, Martins-Santos & Dias, 2008; Duellman, 1999; Guedes et al. 2018). Estudos acerca do entendimento, magnitude e distribuição dessa biodiversidade são de extrema necessidade para direcionar pesquisas de conservação (Voss & Emmons, 1996).

A região Neotropical, de acordo com o sistema de Sclader-Wallace, é formada pela América do Sul, América Central e Norte do México Central (Hershkovitz, 1969) e apresenta altos índices de diversidade animal e vegetal. Estima-se que aproximadamente 54% das espécies do planeta estejam presentes na região Neotropical (Crump, 2010). Duellman (1988), afirma que a grande diversidade encontrada nessa região se dá por um conjunto de fatores ambientais, históricos e reprodutivos.

Na região Neotropical foram catalogadas 1.250 espécies de escarabeíneos (Coleoptera) (Halffter, 1991), 7.784 lepidópteros (Lamas, 2004) e 6.000 das 13.000 espécies de peixes de água doce conhecida (Carvalho, Martins-Santos & Dias, 2008). Além disso, é considerada como a região mais rica em anfíbios do mundo (Stuart et al. 2004). Até 2008, foram catalogadas 2.916 espécies de anfíbios (49% do total mundial) com representantes das três ordens, Anura, Caudata e Gymnophiona agrupados em 20 famílias e 189 gêneros, das quais, seis famílias e 157 gêneros foram considerados endêmicos da região (Bolaños et al. 2008).

Dentre os países que compõem a região Neotropical, o Brasil é considerado como o representante de maior riqueza de fauna e flora (Rodrigues, 2005). De acordo com o Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMBio), em 2014 o Brasil possuía em seu território aproximadamente 120 mil espécies de invertebrados e 8.930 espécies de vertebrados, dentre eles 973 anfíbios. Entretanto, o número de espécies vem aumentando. Em 2016 o número de anfíbios registrados no Brasil subiu para 1080 espécies, de acordo com a lista de espécies publicada pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (Segalla et al. 2016).

Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a alcançar a vida terrestre há aproximadamente 350 milhões de anos (Duellman & Trueb, 1994). Todavia, mesmo sendo animais terrestres, ainda possuem uma grande dependência do meio aquático, devido a sua pele úmida e permeável. Essas características fornecem aos anfíbios a possibilidade de fazerem trocas gasosas não apenas pelas brânquias em fase larval e

pulmões na fase adulta, como também trocas gasosas pela pele (Vitt & Caldwell, 2013; Zhang et al. 2005).

A classe Amphibia tem distribuição cosmopolita, encontrada em quase todo o planeta, com exceção de locais de frio extremo, como Antártida (Frost, 2019). Atualmente, em torno de 1,47% de todos os animais existentes são anfíbios, com 8.004 espécies descritas, sendo que, 7.064 espécies encontram-se na ordem Anura (Frost, 2019). Apesar de toda essa diversidade de anfíbios, recentes estudos relatam que esses animais são os que apresentam o maior declínio populacional dentre todos os vertebrados (Wake & Vredenburg, 2008). Vários são os fatores associados às possíveis causas para o declínio populacional dos anfíbios. Esses fatores podem afetar diretamente a disponibilidade de presas e sítios reprodutivo, como exemplo a alteração e destruição de habitat, contaminação ambiental, doenças, introdução de espécies exóticas, predação, alterações climáticas e mudanças no ambiente (Alford & Richards, 1999; Blaustein et al. 2010; Gascon et al. 2005).

Estima-se que 21,5% dos anfíbios do planeta estejam ameaçados, além de 21,9% estarem classificados como Dados Deficientes (DD) pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2019). A alta quantidade de espécies agrupadas em DD preocupa cientistas, pois, estes acreditam que o número de espécies ameaçadas ainda esteja subestimado (Hoffmann et al. 2010; Stuart et al. 2004). Acredita-se que o número de espécies ameaçadas possa crescer à medida que as classificações como DD forem reclassificadas e novas espécies forem descritas (espécies com categorização de raras ou com distribuição restrita), além de avaliações taxonômicas de grupos complexos (Bolaños et al. 2008).

Atualmente a região Neotropical apresenta a maior taxa de declínio populacional de anfíbios, com eventos de redução de habitat e exploração. Porém, a maior taxa desse declínio encontra-se na classificação de “declínio enigmático”, ou seja, não se sabe qual o real motivo desse evento (Stuart et al. 2004), sendo um problema para a criação de projetos de conservação. Especula-se que os “declínios enigmáticos” estejam relacionados ao fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Longcore, Pessier & Nichols, 1999) e mudanças climáticas (Bolaños et al. 2008).

Anuros possuem papel importante na teia alimentar (Gaiarsa et al. 2012). Estudos estimam que 50% da energia proveniente da alimentação de um anfíbio sejam transferidas para o próximo nível da cadeia, pois a energia ingerida por eles é efetivamente convertida em biomassa (Pough, 1980; Pough et al. 2004). Assim, são

considerados como fontes energéticas para predadores como, baratas d'água (geralmente girinos) (Toledo, 2003), aranhas (Menin, De Jesus Rodrigues & Azevedo, 2005), peixes (Andrade et al. 2012) e serpentes (Lenger, Berkey & Dugas, 2014).

Os anfíbios anuros possuem diversos estilos de vida, sendo: exclusivamente aquático, aquático e terrestre, terrestre, arborícola e fossorial (Crump, 2010). Devido à diversidade de hábitats utilizados por esses animais, existe uma grande variedade de presas disponíveis. Duellman & Trueb (1994) e Vitt & Caldwell (2013), afirmam que a dieta dos anuros é influenciada por períodos de atividade, tamanho do corpo, fatores ontogenéticos, sexo, disponibilidade de presas e presença de competição. Além disso, muitos são considerados como generalistas, se alimentando basicamente de qualquer coisa que caiba em sua boca (Pough, Heiser & Mcfarland, 1999).

Em relação à ontogenia, comumente os girinos (fase larval) alimentam-se de algas e fungos (Prado et al. 2009), com exceção de algumas espécies que podem ser carnívoras, alimentando-se também de outros girinos (Crump, 1983; Magnusson & Hero, 1991). Já os adultos apresentam hábito quase que exclusivamente carnívoro, sendo sua principal fonte de alimento os artrópodes (Izecksohn & Carvalho-e-Silva, 2001), como exemplo as ordens, Blattodea, Coleoptera, Collembola, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata e Orthoptera (Arroyo, Serrano-Cardozo & Ramírez-Pinilla, 2008; Biavati, Wiederhecker & Colli, 2004; De Carvalho Batista et al. 2011; Maneyro et al. 2004; Solé et al. 2009; Teixeira & Vrcibradic, 2003).

Entretanto, algumas espécies possuem hábitos alimentares diferentes. *X. truncata* se alimenta de artrópodes, mas grande parte de sua dieta é composta de frutos, sendo esta espécie considerada um dispersor de sementes (Da Silva & De Britto-Pereira, 2006). *C. cornuta,* alimenta-se de pequenos mamíferos, répteis como lagartos e cobras e outros anuros (Duellman & Lizana, 1994). Em anuros dendrobatídeos a sua toxidade é adquirida a partir de sua dieta (Biavati, Wiederhecker & Colli, 2004) e são conhecidos como indivíduos tóxicos e impalatáveis para seus predadores. Os dendrobatídeos sequestram alcaloides de suas presas (formigas, abelhas e ácaros) e os transformam em compostos tóxicos que estão presentes em sua pele (Saporito et al. 2004; Saporito et al. 2007).

A maioria dos anuros adultos alimenta-se projetando sua língua em direção a possível presa e puxando seu alimento até a boca. Isso é possível devido à contração dos músculos Genioglossos juntamente com um músculo localizado na região rostral da maxila. O primeiro músculo proporciona o enrijecimento da ponta da língua, enquanto o

segundo está associado à abertura da boca, que projeta a língua para fora em direção a presa (Pough, Heiser & Janes, 2008). Exceções a esse mecanismo de alimentação é encontrada na família Pipidae. Os representantes dessa família são essencialmente aquáticos e não possuem língua, por isso, a captura de alimento é feita por sucção ou utilizando as patas anteriores como auxílio para levar o alimento que está presente na correnteza até a boca (Duellman & Trueb, 1994; Pough, Heiser & Janes, 2008). Em ambas as formas de alimentação (projetando a língua ou por sucção), o anuro ingere a presa por inteiro, possibilitando uma melhor recuperação do conteúdo estomacal no estudo da dieta (Vitt & Caldwell, 2013).

De modo geral, os anuros possuem dois tipos de forrageamento: senta-espera e o forrageamento ativo (ou busca-ativa) (Vitt & Caldwell, 2013; Solé & Rödder, 2010). Porém, estudos recentes têm revelado que esses dois modos de captura de alimento representam extremos e que o forrageamento utilizado por muitas espécies se encontra em algum lugar no meio destes dois opostos, podendo haver plasticidade quanto ao forrageamento (Caldart et al. 2012). Além disso, as espécies podem mudar de padrão conforme a disponibilidade de presas (Duellman & Trueb, 1994), sexo e ontogenia (Brasileiro et al. 2010).

Forrageadores senta-espera são caracterizados por economizarem energia, pois a estratégia consiste em uma emboscada. A captura do alimento só ocorre se algo se mover dentro do campo de visão do predador. São animais caracterizados por apresentarem boca larga, coloração críptica e que se alimentam de presas ágeis de corpo mole (Vitt & Caldwell, 2013; Toft, 1980; Toft, 1981). As espécies que apresentam forrageamento ativo possuem maior taxa de deslocamento e tem maior gasto energético na busca pelas presas (Solé & Rödder, 2010), alimentando-se de presas pequenas, lentas e de corpo duro que vivem agregadas, além de poderem apresentar defesas químicas (Mebs et al. 2010). São caracterizados por possuírem boca pequena e podem apresentar uma maior toxicidade em relação aos anuros de forrageamento senta e espera (Duellman & Trueb, 1994; Toft, 1980; Toft, 1981).

Brasileiro et al. (2010) estudando o hábito alimentar de *Thoropa taophora* (Miranda-Ribeiro, 1923), retrataram a diferença no forrageamento entre machos e fêmeas e entre jovens e adultos da espécie. Os machos de *T. taophora* apresentavam comportamento de forrageamento senta e espera e as fêmeas forrageamento ativo, onde as fêmeas alimentavam-se de Isópodes, Orthoptera e Trichoptera e os machos se alimentavam basicamente de Hymenoptera Formicidae e larvas de Lepidoptera. Além

disso, relatam também que as diferenças ontogenéticas podem estar associadas à locomoção, sendo que juvenis se locomovem mais do que adultos, havendo assim diferenças no forrageamento.

Segundo Toft (1980; 1981) o hábito alimentar de anuros podem ser classificados como especialista em formiga e não especialista em formiga (generalista). Duellman & Trueb (1994) relatam que muitas espécies se alimentam de formigas por elas serem abundantes no ambiente e de fácil captura. Além disso, estudos mostram que as formigas aladas possuem um alto valor nutricional quando comparadas aos outros insetos (Redford & Dorea, 1984).

Anuros especialistas costumam se alimentar de presas que vivem agregadas (Berazategui, Camargo & Maneyro, 2007) e com alto grau de quitinização, como Hymenoptera (Formicidae) e Blattodea (Isoptera). Os anuros não especialistas consomem vários tipos de artrópodes de corpo mole, como Hemiptera e Orthoptera (Toft, 1980). Como exemplo de especialista temos representantes dos Microhylídeos e Dendrobatídeos (e. g. Blanco-Torres, Duré & Bonilla, 2015; Lopes et al. 2017) e não especialista os Hylídeos (e. g. Castro, Rebouças & Solé, 2016).

Entender um pouco sobre como os anuros interagem com outros organismos e com o meio em que está inserido a partir do estudo da dieta, vem recebendo atenção de pesquisadores (Solé & Rödder, 2010). Um ponto interessante do estudo da dieta, é que os anuros podem ser controladores de insetos, que muitas vezes são considerados prejudiciais (Bowatter et al. 2013). Estudos mostram que a presença de anuros em plantações (anuros adultos), funciona como controladores de pragas agrícolas (Hirai & Matsui, 2002; Khatiwada, et al. 2016) bem como controlando aqueles considerados vetores de doenças (fase larval), como, por exemplo, larvas da família Culicidae (Bowatter et al. 2013; Salinas et al. 2018).

Existem duas metodologias para o estudo de dieta em anuros: por meio de dissecação do trato intestinal e por meio de lavagem estomacal. O estudo de dieta por dissecação do trato intestinal consiste em retirar o estômago e o primeiro segmento do intestino para a recuperação do conteúdo estomacal (Evans & Lampo, 1996; Parmelee, 1999; Santana & Juncá, 2007). Entretanto, essa metodologia resulta na morte de muitos animais ou em estudos com animais de coleção.

Todavia, a metodologia de lavagem estomacal tem como objetivo evitar a morte de inúmeros animais. *Stomach flushing*, como é denominada, tem sido utilizada desde a década de 1970, e foi aprimorada durante os anos (e.g Legler, 1977; Legler & Sullivan,

1979). Os primeiros trabalhos com exemplares da herpetofauna utilizando essa metodologia foram feitos com tartarugas em 1977 (Legler, 1977) e anuros e salamandras em 1979 (Legler & Sullivan, 1979).

Tempos depois, Solé et al. (2005) aprimoraram o protocolo de *Stomach flushing*, sendo o mais utilizado e aceito atualmente. Esse protocolo tem como objetivo diminuir a mortalidade de anuros, mostrando como realizar a lavagem estomacal sem a necessidade de uso de anestésicos e como manusear corretamente os materiais em anuros. Entretanto, dois anos depois, Wu, Li & Wang (2007) analisaram as possíveis diferenças encontradas entre lavagem estomacal e dissecação do trato intestinal. Eles concluíram que não existiam diferenças nos dados obtidos com ambas as metodologias, onde a metodologia de *Stomach flushing* foi considerada como precisa e representativa para o trabalho de dieta. Além disso, destacam também que a metodologia da dissecação do trato intestinal deve ser utilizada em último caso.

Trabalhos de história natural para a descrição da dieta dos anuros é o foco principal de muitos pesquisadores (e.g Arroyo, Derrano-Cardozo & Ramírez-Pinilla, 2008; De Carvalho Batista et al. 2011; Ferreira, Schineider & Teixeira, 2012). Estes trabalhos têm como objetivo descrever quais itens são frequentemente ingeridos, número total de cada item e com que frequência são encontradas em seus estômagos (e.g. Castro, Rebouças & Solé, 2016, Ferreira, Schineider & Teixeira, 2012; Solé & Pelz, 2007), compreendendo melhor a sobreposição de nicho trófico (De Paula Lima, Rödder & Solé, 2010), ontogenia (Moreno-Barbosa & Hoyos-Hoyos, 2014), seletividade de presas (Damasceno, 2005) dentre outros fatores relacionados ao hábito alimentar.

No estudo da dieta é possível descrever o volume das presas utilizando uma fórmula para corpos elipsóides proposta por Dunhan (1983) (Fórmula 1). O cálculo do volume utiliza a largura (W) e o comprimento (L) de presas inteiras. Além disso, as medidas de comprimento e largura das presas são utilizadas para estabelecer relações entre tamanho de presa e predador (e.g. Castro, Rebouças & Solé, 2016; Solé et al. 2009).

(1) $$V = \frac{4\pi}{3} x \frac{L}{2} \left(\frac{W}{2}\right)^2$$

Para um melhor aproveitamento dos dados de dieta, Pinkas et al. (1971) propôs uma fórmula para se calcular o índice de importância relativa (IRI) de cada presa

ingerida (Fórmula 2). Inicialmente, a fórmula foi proposta para dieta de peixes, mas atualmente é também utilizada em dietas de anuros. O IRI é calculado a partir da porcentagem de ocorrência em estômagos (PO) (100x número de estômagos com o item t / número total de estômagos), porcentagem de indivíduos total (PI) (100x o número total de indivíduos com o item t em todos os estômagos / número total de indivíduos) e porcentagem de volume (PV) (100x o volume total de indivíduos do item t em todos os estômagos / volume total de todos os itens em todos os estômagos). Assim, é possível saber qual presa é a mais relevante na dieta da espécie em estudo.

(2) $$IRIt = (PO)t(PI + PV)t$$

Entretanto, as presas encontradas na dieta de anuros nem sempre estão intactas. Geralmente, ao se obter o conteúdo estomacal, por método de dissecção do trato intestinal ou por lavagem estomacal, são encontrados fragmentos corpóreos de artrópodes (Hirai & Matsui, 2001) e materiais vegetais (Solé & Rödder, 2010), que são considerados como ingestão acidental (Hirai & Matsui, 1999). Os fragmentos recuperados são aqueles de difícil digestão, por serem mais quitinizados. Os fragmentos variam a depender da ordem, por exemplo: cabeças de Hymenoptera, élitros e abdomens de Coleoptera, asas de Díptera, fêmur de Orthoptera, entre outros (Hirai & Matsui, 2001).

De acordo com Duellman e Trueb (1994) os insetos (artrópodes) são as principais fontes de alimento para os anuros, ocorrendo em maior frequência em sua dieta. Os insetos são abundantes em todo o planeta, vivendo em quase todos os ambientes, com exceção do ambiente marinho (Triplehorn & Johnson, 2011) com maior parte dessa diversidade encontrada em regiões tropicais (Brown, 1991). São animais que possuem peculiaridades únicas, como o esqueleto externo formado por um polissacarídeo (quitina), do qual é responsável por limitar o tamanho do animal (Azevedo, 2007; Triplehorn & Johnson, 2011). A presença desse exoesqueleto permite que fragmentos corpóreos sejam tardiamente digeridos por anuros, facilitando o estudo da dieta desses animais.

Para resolver o problema dos fragmentos de insetos encontrados no estômago de anuros, e consequentemente a dificuldade de se calcular o volume das presas parcialmente digeridas, Hirai & Matsui (2001) elaboraram fórmulas com o intuito de estimar o tamanho original destas, utilizando fragmentos corpóreos. Essas fórmulas proporcionaram soluções para que fragmentos encontrados no conteúdo dos anuros pudessem ser utilizados para calcular o volume total das presas e com isso o índice de

importância relativa (e.g. De Paula Lima, Rödder & Solé, 2010; Dietl, Engels & Solé, 2009; Solé et al. 2009).

As fórmulas propostas por Hirai e Matsui (2001) utilizaram insetos comuns no Japão a partir de dados obtidos da dieta de *Pelophylax nigromaculatus* (Hallowell, 1861), *Pelophylax porosus* (Cope, 1868), *Glandirana rugosa* (Temminck & Schlegel, 1838) e *Dryophytes japonicus* (Günther, 1859) em campos de arroz em Kyoto e Otsu no Japão central.

De acordo a agência de desenvolvimento do Japão (MOE, 1997), em 1997 a biodiversidade local era de 64 espécies de anfíbios e aproximadamente 70.000 a 100.000 espécies de insetos no Japão, sendo conhecidas atualmente cerca de 30.000 espécies. Em outro aspecto, a região Neotropical possui 2.916 espécies de anfíbios (Bolanõs et al. 2008), e 300.000 espécies de insetos (Brown, 1991). Sendo assim, a região Neotropical possui aproximadamente 10x mais espécies de insetos e 45x mais espécies de anfíbios conhecidas do que o Japão. Comparando-se com o Brasil, são 120.000 espécies de insetos e 1.080 espécies de anfíbios (Segalla et al. 2016), que corresponde a 4x e 16x mais espécies que o Japão.

Atualmente, alguns pesquisadores vêm utilizando as fórmulas de regressão propostas por Hirai & Matsui (2001) para estimar o tamanho original das presas e o volume destas no estômago dos anuros (e.g. Castro, Rebouças & Solé, 2016; De Paula Lima, Rödder & Solé, 2010; Solé et al. 2009). Mas, essas fórmulas são aplicadas apenas para comprimento. Além disso, não se aplica a algumas ordens de artrópodes Neotropicais como Blattodea (cupins e baratas) e ordens menos comuns como Mantodea a Odonata que são descritas na dieta de anuros (Maneyro et al. 2004; Muñoz-Guerrero, Serrano & Ramírez-Pinilla, 2007; Rodrigues & Santos-Costa, 2014).

Pensando nisso, propomos aqui fórmulas para estimar comprimento e largura baseada em fragmentos de presas pré-digeridas frequentemente encontradas na dieta de anuros Neotropicais, complementando o trabalho que aborda somente estimativas de comprimento proposto por Hirai e Matsui (2001) Além disso, promovendo dados mais robustos sobre as diferenças morfológicas encontradas dentro das ordens nos insetos em estudo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Este trabalho teve como objetivo propor fórmulas de regressão para presas (artrópodes) encontradas na dieta de anuros Neotropicais a fim de estimar o comprimento e largura original a partir de fragmentos recuperados em conteúdos estomacais.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar fórmulas de regressão para estimar o comprimento com base em fragmentos corpóreos descritos por Hirai & Matsui (2001);
- Elaborar fórmulas para estimar a largura para ordens de artrópodes Neotropicais;
- Validar as fórmulas propostas, avaliando se as fórmulas elaboradas estimam o comprimento/largura original para os grupos abordados;
- Relacionar as fórmulas propostas com as descritas por Hirai & Matsui (2001), para analisar se as mesmas podem ser utilizadas para artrópodes Neotropicais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A região Neotropical, de acordo com o sistema de classificação climática de Köpper-Geiger, é formada por clima topical com temperaturas acima de 18ºC e clima temperado com temperaturas que variam entre -3ºC à 18ºC (Walter, 2006). Possui apenas duas regiões bem definida separadas em períodos chuvosos e períodos secos, com exceção do Sul Neotropical que tem as quatro estações bem definidas. O Sul da região possui Florestas tropicais e Pampas, enquanto o restante da região possui Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal entre outros (Walter, 2006).

3.2 Coleta de dados

O estudo foi baseado de acordo com exemplares de itens alimentares identificados a partir de levantamento bibliográfico de trabalhos realizados na região (e.g. Arroyo, Serrano-Cardozo & Ramírez-Panilla, 2008; Jiménez & Bolaños, 2012; Maneyro et al. 2004; Van Sluys et al. 2006). Para estimar o comprimento e largura dos insetos foram utilizados exemplares da coleção entomológica da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) (14º47’55.50” S 39º10’20.03” O). Os espécimes encontravam-se em caixas entomológicas fixadas inteiras e abertas de maneira que nenhuma estrutura estivesse danificada ou dobrada (Figura 1). Os espécimes foram mensurados com paquímetro manual de precisão de 0,05mm.

Figura 1: Caixa entomológica contendo exemplares da ordem Lepidoptera.

Foram mensurados espécimes das ordens Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea, Odonata e Orthoptera. Em cada ordem, os espécimes eram identificados até o nível de família utilizando a chave de identificação de Triplehorn & Johnson (2011) e Rafael et al. (2012).

Para as ordens Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera já existiam dados descritos por Hirai e Matsui (2001) em relação aos fragmentos corpóreos a serem tardiamente digeridos por anuros. Sendo assim, medimos os mesmos fragmentos recomendados por esses autores. Para as ordens Blattodea, Mantodea e Odonata, utilizamos os fragmentos frequentemente recuperados em outros trabalhos a partir de comunicação pessoal dos autores e também da nossa experiência prévia com estudos de dieta de anuros (Tabela 1).

Para Blattodea, ordem que agrupa os cupins (subordem Isoptera) e baratas (subordem Blattaria) não foi feito nenhum teste para compara-las, pois, os fragmentos encontrados na subordem Blattaria é diferente do encontrado na subordem Isoptera e por isso foram agrupadas separadamente.

Tabela 1: Fragmentos de insetos utilizados para a construção das fórmulas de estimativa de comprimento e largura.

Ordem	**Estimar comprimento**	**Estimar largura**
Blattodea (Blattidae)	Comprimento do fêmur	Comprimento do fêmur
	Comprimento da asa	Comprimento da asa
Blattodea (Isoptera)	Largura da cabeça	-
Coleoptera	Comprimento do élitro	-
Diptera	Comprimento da asa anterior	Largura da asa anterior
Hemiptera	Largura do pronoto	-
Hymenoptera (Formicidae)	Largura da cabeça	-
Hymenoptera (não Formicidae)	Largura da cabeça	Largura da cabeça
	Comprimento da asa anterior	Comprimento da asa anterior
Lepidoptera	Largura da cabeça	-
	Comprimento da asa anterior	
Mantodea	Comprimento da asa anterior	Comprimento da asa anterior
Odonata	Comprimento da asa anterior	Comprimento da asa anterior
	Largura da cabeça	Largura da cabeça
Orthoptera	Comprimento do fêmur	Comprimento do fêmur
	Largura do tórax	-

Para melhor visualização dos fragmentos foi construído uma ilustração de acordo as figuras 2 e 3. Todas as famílias analisadas possuíam distribuição na região Neotropical.

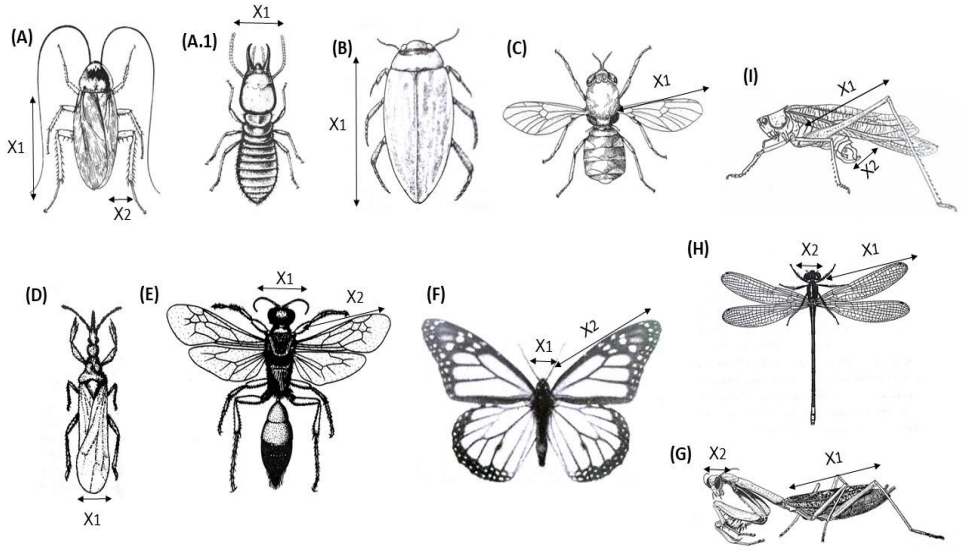

Figura 2: Fragmentos de insetos Neotropicais utilizados para estimar comprimento: (A) Blattodea-Blattaria= X1 Comprimento da asa e X2 Comprimento do fêmur (A.1) Blattodea-Isoptera= X1 Largura da cabeça; (B) Coleoptera= X1 Comprimento do élitro; (C) Diptera= X1 Comprimento da asa; (D) Hemiptera= X1 Comprimento do pronoto; (E) Hymenoptera= X1 Largura da cabeça e X2 Comprimento da asa para Apidae e Vespidae; (F) Lepidoptera = X1 Largura da cabeça e X2 Comprimento da asa; (G) Mantodea= X1: Comprimento da asa e X2 Largura da cabeça; (H) Odonata= X1 Comprimento da asa e X2 Largura da cabeça; (I) Odonata= X1 Comprimento do fêmur e X2 Largura do tórax (Fonte: Adaptação de Rafael et al. 2012).

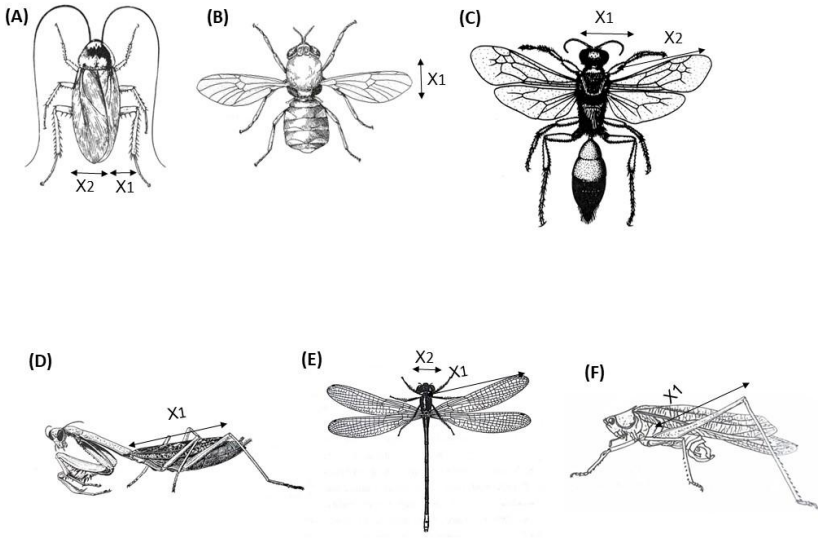

Figura 3: Fragmentos de insetos Neotropicais utilizados para estimar largura: (A) Blattodea-Blattaria= X1 Comprimento do fêmur e X2 Largura da asa; (B) Diptera= X1 Largura da asa; (C) Hymenoptera= X1 Largura da cabeça e X2 Comprimento da asa; (D) Mantodea= X1 Comprimento da asa; (E) Odonata= X1 Comprimento da asa e X2 Largura da cabeça; (F) Orthoptera= X1 Comprimento do fêmur (Fonte: Rafael et al. 2012).

3.3 Análise dos dados

Para a elaboração das fórmulas foram utilizadas as proporções corpóreas entre o fragmento encontrado (asa, élitro, tórax ou cabeça) e o comprimento ou largura original. Para encontrar a proporção dos espécimes, foi feito uma divisão entre a métrica (comprimento ou largura) do fragmento analisado e o comprimento ou largura total do indivíduo. Após as proporções calculadas, foram feitos testes de normalidade (Shapiro) para cada ordem. Para os dados que não apresentavam distribuição normal (dados não paramétricos), foi feito o teste de Kruskal-Wallis (KW) (Kruskal & Wallis, 1952) e teste *post-hoc* de Dunn (Dunn, 1964), utilizando o pacote Fisheries Stock Analysis (FSA) (Ogle, 2018) utilizando o Software R 3.3.1.

Para averiguar se existia diferenças nas proporções analisadas entre as famílias de determinada ordem foi feito o teste de Kruskal-Wallis. Para ordens com diferenças entre as famílias, foi utilizado o teste de post-hoc de Dunn a fim de encontrar qual das famílias possuía diferenças nas proporções. Dessa forma, as famílias para as que o teste apontava diferenças eram separadas das demais e elaboradas uma fórmula a parte. Após os testes dentro das ordens, foram feitas regressões com os agrupamentos encontrados, além de fórmulas gerais para um melhor aproveitamento dos fragmentos encontrados que sejam de difícil identificação até nível de família. Para as regressões, foram utilizados a relação entre o fragmento encontrado no conteúdo estomacal e o comprimento/largura original. A construção das fórmulas foi baseada na equação da reta encontrada com as regressões.

Com relação à largura para as ordens que são encontradas a cabeça como fragmento, foi feita testes de Wilcoxon (Wilcoxon, 1945) para saber se existia diferença entre o fragmento (cabeça) e a largura original dos espécimes.

3.4 Validação das fórmulas

Para a validação das fórmulas, foram retirados 80% do número total da amostra para a elaboração da fórmula e 20% para a validação da mesma (e.g. para 100 Orthopteras foram retirados 20 espécimes aleatórios para a validação da fórmula e os outros 80 restantes foram utilizados para a construção da mesma). Foram retirados 20% da amostra utilizando o

Software R 3.3.1 (Team, 2015), onde foram gerados números aleatórios para serem retiradas das amostras utilizadas para teste.

Após os dados extraídos (20%), os mesmos foram aplicados nas fórmulas construídas, e então elaborado um banco de dados com os valores originais (valor observado) e valores encontrados ao aplicar a fórmula (valor estimado). Em seguida, foi feito um teste de permutação de Monte Carlo entre os valores observados e os valores estimados. O teste de Monte Carlos foi utilizado para comparar os valores observados e os valores estimados, a fim de comprovar se os valores estimados pelas fórmulas eram representativos dos valores observados. Os testes de permutação foram feitos com 5.000 randomizações e encontrado o valor de significância. Para a validação das fórmulas, foi assumido o valor de $p<0,05$.

3.5 Comparação com as fórmulas propostas por Hirai e Matsui (2001)

Para a comparação entre as fórmulas, foi aplicado o mesmo banco de dados (20% extraídos da amostra total) para as fórmulas propostas por Hirai & Matsui (2001) e as fórmulas aqui descritas. Após, foi feito um teste t-student comparando os resultados obtidos por ambas as fórmulas, a fim de analisar se entre os dois resultados obtidos existiam diferenças. Em seguida, foi feito uma regressão com os resultados extraídos pelas duas fórmulas, separadamente, observando o valor de r^2 e do erro padrão residual (variação da média amostral em relação à média geral), analisando qual dos dois modelos (fórmulas) melhor se ajusta a reta. Os resultados obtidos com as regressões foram utilizados para determinar se as fórmulas propostas por Hirai & Matsui (2001) são representativas levando em consideração os insetos neotropicais.

Todas as análises aqui propostas foram feitas no Software R 3.3.1 (Team, 2015).

4 RESULTADOS

Foram mensurados espécimes de 47 caixas entomológicas num total de 1.717 espécimes adultos em 46 famílias pertencentes a nove ordens. A média de espécimes por caixa foi de 36.78 (SD=31.91), com máxima de 140 espécimes e mínima de quatro espécimes. Estes possuíam tamanhos variados possibilitando assim um melhor aproveitamento das variações encontradas dentro de cada ordem (Tabela 2). Com os dados coletados, foi possível elaborar 36 fórmulas de comprimento (Tabela 3) e 15 fórmulas de largura (Tabela 4).

Tabela 2: Comprimento médio, máximo, mínimo e desvio padrão em milímetros dos espécimes das Ordens utilizadas para as fórmulas de estimativa de comprimento e largura.

Ordem	Média	Máxima	Mínima	Desvio Padrão	N
Blattodea (Blattaria)	27.95mm	34.20mm	11.6mm	6.05	26
Blattodea (Isoptera)	3.67mm	4.50mm	2.1mm	0.52	92
Coleoptera	43.26mm	114.55mm	5.75mm	22.45	352
Diptera	10.59mm	20.75mm	1.55mm	3.64	119
Hemiptera	25.71mm	75.65mm	9.00 mm	14.20	205
Hymenoptera (Formicidae)	11.49mm	26.6mm	2.45mm	5.19	144
Hymenoptera (Não Formicidae)	15.85mm	57.15mm	4.9mm	6.45	263
Lepidoptera	27.63mm	64.30mm	7.90mm	11.93	215
Mantodea	43.44mm	101.5mm	16.75mm	24.00	40
Odonata	48.35mm	83.95mm	17.00mm	17.32	68
Orthoptera	41.37mm	100.70mm	10.00mm	23.21	223

As ordens Diptera (p=0.5421), Odonata (p=0.07684) e Lepidoptera (p=0.0879) não apresentaram diferenças significativas entre as famílias. A ordem Mantodea não foi necessário nenhum teste já que foi mensurado apenas a família Mantidae, Assim, para cada uma destas ordens foi criada apenas uma fórmula geral. Para as ordens que apresentaram diferenças entre as famílias apontadas pelo teste de Kruskal-Wallis (Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera e Orthoptera), também foram criadas fórmulas gerais, além das fórmulas especificas para cada família dentro da ordem. A ordem Hymenoptera foi considerada como uma exceção, separada entre Hymenoptera Formicidae e Hymenoptera não Formicidae para a construção da fórmula geral.

Para a subordem Isoptera (Nasutitermes, cupins), foi construída uma fórmula a partir da largura da cabeça para se estimar o comprimento original. Para se estimar largura, não foi necessária a construção de fórmulas, pois não existe diferença significativa entre a largura da cabeça e a largura do corpo (p=0.092). Em Blattaria (Blattidae, barata) é possível encontrar dois tipos de fragmentos, a pata e a asa. Por isso, para se estimar comprimento e largura, foram construídas duas fórmulas: uma fórmula a partir do comprimento da asa de animais adultos e outra a partir do comprimento do fêmur.

Ordem Coleoptera:

Para Coleoptera foram mensurados indivíduos pertencentes as famílias Carabidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Elateridae, Scarabaeidae e Tenebrionidae. Houve diferença significativa entre as famílias analisadas (p=2.1e-16), onde as proporções dos exemplares das famílias Chrysomelidae (vaquinha) e Scarabaeidae (escaravelho) diferiram das demais. (Figura 4). Assim, para comprimento de Coleoptera foi possível estruturar três fórmulas especificas, sendo Chrysomelidae, Scarabaeidae e outros (Carabidae, Cerambycidae, Elateridae e Tenebrionidae), além de uma fórmula geral para a ordem. Não foi necessária a construção de fórmulas para se estimar largura, pois a largura do élitro representa metade da largura do espécime. Desse modo, para se estimar a largura é preciso apenas multiplicar por dois a largura do élitro encontrado.

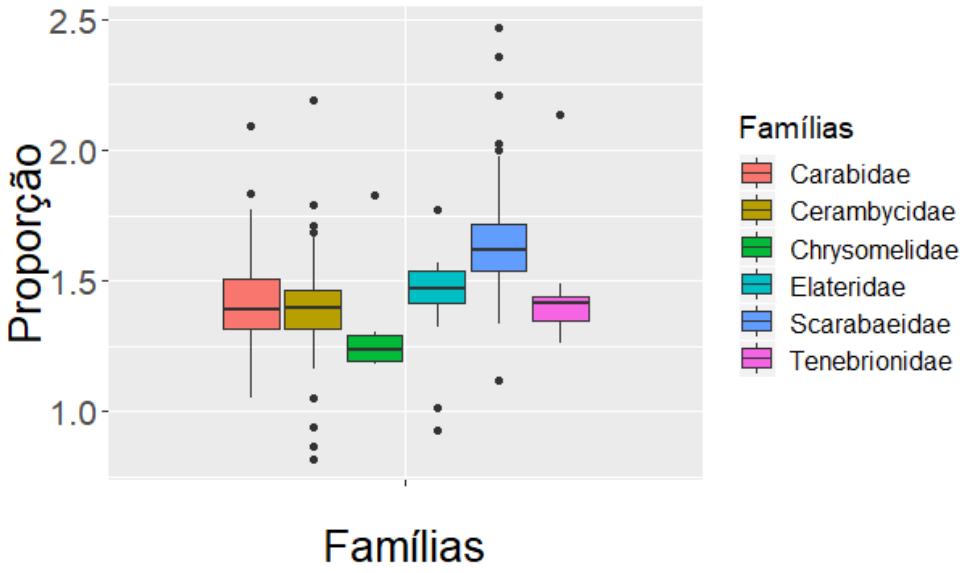

Figura 4: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Coleoptera. O eixo Y representa os valores das proporções corpóreas entre o comprimento do élitro/comprimento total dos indivíduos analisados. As famílias Chrysomelidae (verde) e Scarabaeidae (azul) possuem os valores que estão entre o primeiro e terceiro quartil (caixa) distintos quando comparadas as outras famílias (p=2.1e-16).

Ordem Hemiptera:

Na ordem Hemiptera, foram mensurados exemplares das famílias Alydidae, Cicadellidae, Coreidae, Fulgoridae, Pentatomidae, Phymatidae, Reduviidae e Pyrrhocoridae. Foram encontradas diferenças entre as famílias analisadas (p= <2.2e-16) ocasionadas pelas famílias Pentatomidae, Cicadellidae (cigarra), Coreidae e Fulgoridae (jequitiranabóia ou cobra de asa) (Figura 5). Para estimar largura, não foram necessárias fórmulas, já que o fragmento encontrado é o pronoto e este delimita a largura dos espécimes.

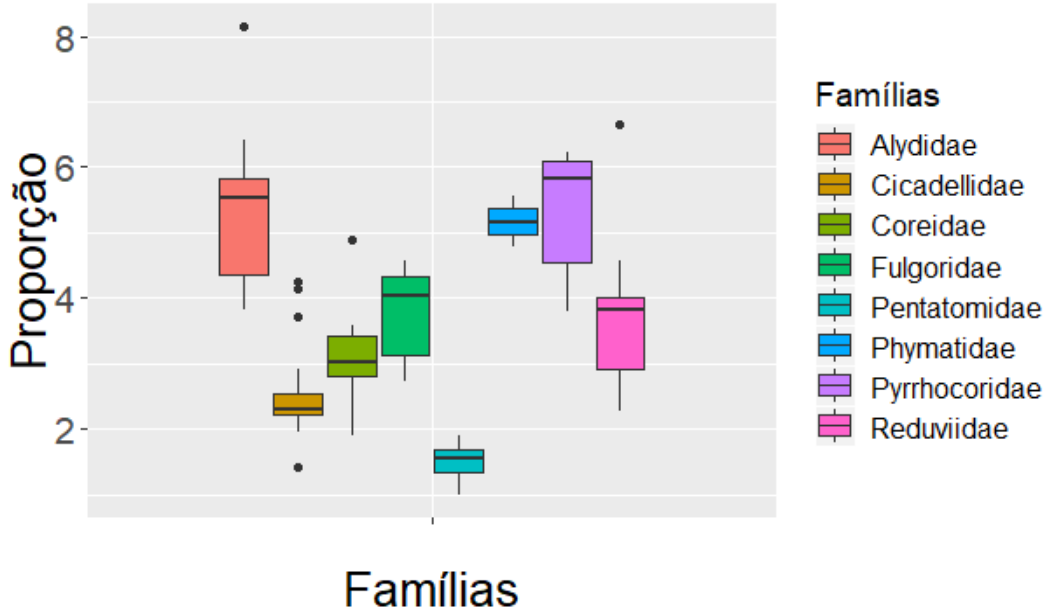

Figura 5: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Hemiptera. O eixo Y representa os valores das proporções corpóreas entre a largura do pronoto/comprimento total dos indivíduos analisados. As famílias Cicadellidae (ouro), Coreidae (verde), Fulgoridae (verde escuro) e Pentatomidae (azul) possuem os valores que estão entre o o primeiro e teceiro quartil (caixa) distintos quando comparadas as outras famílias, sugerindo que essas famílias possuem proporções corpôreas diferentes da demais (p= <2.2e-16).

Ordem Hymenoptera:

A ordem Hymenoptera possui três grandes grupos bem definidos e conhecidos, abelhas, formigas e vespas. Inicialmente, devido à importância na dieta dos anuros, foram separados em dois grupos, Hymenoptera Formicidae e Hymenoptera não Formicidae (Apidae e Vespidae). Em Hymenoptera não Formicidae as famílias Apidae e Vespidae possuíam diferenças entre si (p= <2.2e-17) (Figura 6). Dessa maneira, para estimar comprimento foi proposta uma fórmula para Hymenoptera Formicidae a partir da largura da cabeça e para

Hymenoptera não Formicidae, foram produzidas uma fórmula a partir da largura da cabeça e outra a partir do comprimento da asa.

Não foi encontrada diferença significativa entre a largura da cabeça e do corpo em Hymenoptera Formicidae (p=0.1248). Desta maneira, a largura da cabeça pode ser utilizada para obtenção da largura do espécime.

Para Hymenoptera não Formicidae, na família Apidae foi encontrada diferenças significativa entre a largura do corpo e a largura da cabeça (p=0.001425). Desta maneira, para estimar a largura, foram elaboradas formulas a partir da largura da cabeça e comprimento da asa. Para Vespidae, não foi encontrado diferenças significativas (p=0.2689). Desta maneira, para Vespidae foi feita apenas uma fórmula para estimar a largura a partir do comprimento da asa.

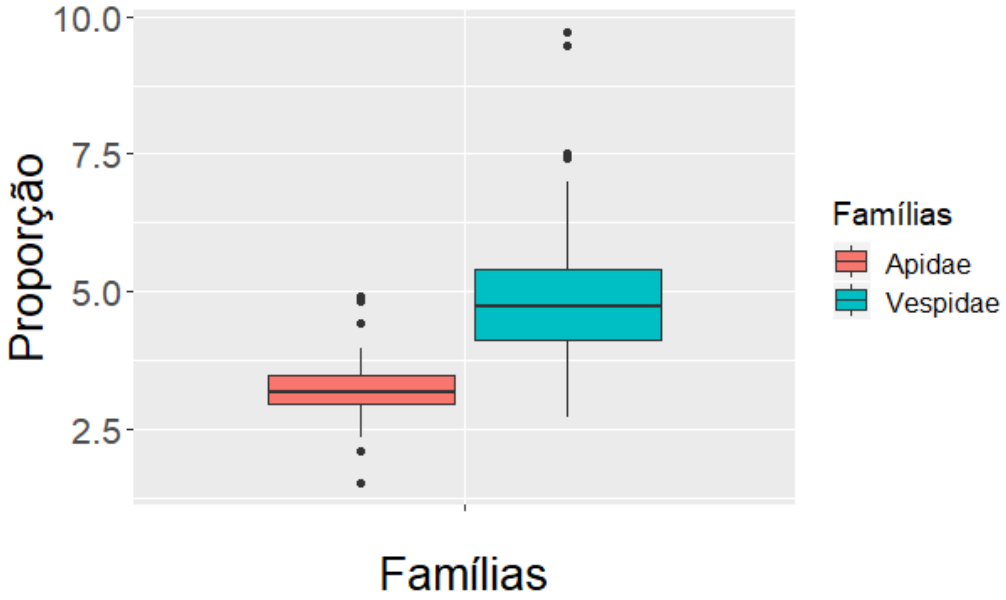

Figura 6: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Hymenoptera não Formicidae. O eixo Y representa a proporção entre o comprimento da asa/comprimento do corpo dos indivíduos mensurados. As famílias Apidae e Vespidae possuem proporções corpóreas distintas (p= <2.2e-17)

Ordem Lepidoptera:

Em Lepidoptera, foram mensuradas as famílias Arrhenophanidae, Castniidae, Erebidae, Hedylidae, Hesperiidae, Megalopygidae, Noctuidae, Notodontidae, Nymphalidae, Papilionidae, Saturniidae, Sematuridae, Sesiidae, Sphingidae e Uraniidae, das quais não houve diferença entre as famílias (p=0.0879) (Figura 7). Dessa forma, foram construídas duas fórmulas para comprimento baseado nos fragmentos encontrados, que são a asa anterior e a cabeça. Para estimar a largura a partir da largura da cabeça, não foi necessária a criação de uma fórmula, pois a largura da cabeça é representativa para a largura do corpo (p=0,1924).

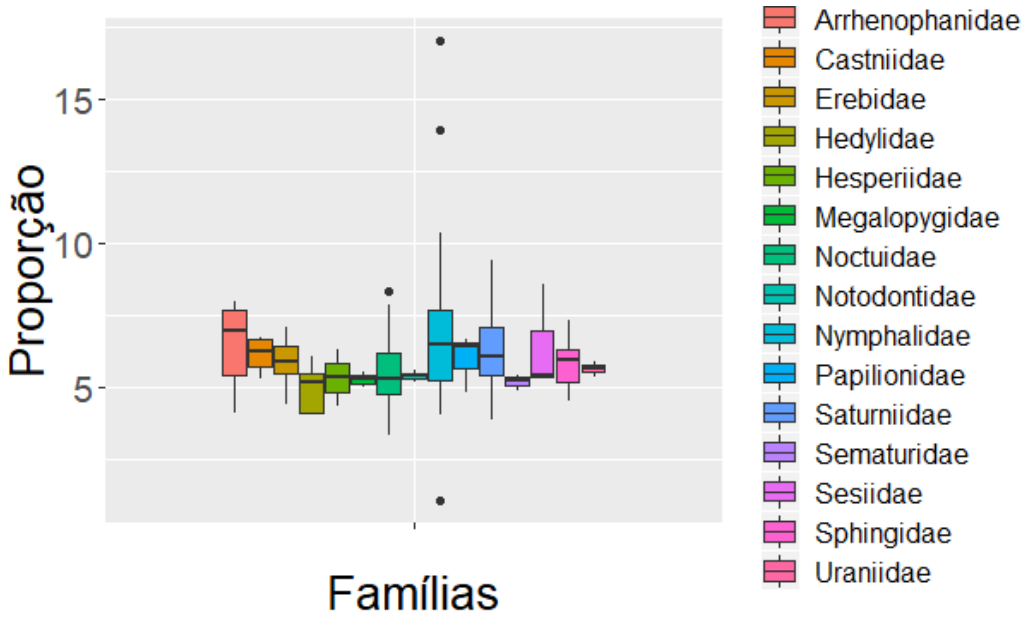

Figura 7: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Lepidoptera. O eixo Y representa a proporção entre o comprimento da asa/comprimento do corpo dos indivíduos mensurados Todas as famílias mensuradas possuem os valores entre o primeiro e terceiro quartil semelhante, assumindo assim que não possuem diferenças nas proporções corpóreas entre famílias (p=0.0879).

Ordem Mantodea:

Em Mantodea, não houve separação entre as famílias. Para se estimar o comprimento, foi proposto uma formula a partir do comprimento da asa e uma formula a partir da largura da cabeça. Para se estimar a largura, não houve diferenças significativas entre a largura do corpo e a largura da cabeça (p=0.8624). Desta forma, foi construída apenas uma fórmula para estimar a largura a partir do comprimento da asa.

Ordem Odonata:

Para a ordem Odonata, foram mensuradas as famílias Aeshnidae, Calopterygidae, Cordulegastridae, Gomphidae, Libellulidae e Pseudostigmatidae, em que não foram encontradas diferenças significativas entre as famílias analisadas (p=0.07684) (Figura 8). Assim, foram construídas uma fórmula para estimar o comprimento a partir do comprimento da asa anterior e uma a partir da largura da cabeça.

Para estimar a largura a partir da largura da cabeça, foi necessária a criação de uma fórmula, pois a largura da cabeça não é representativa para a largura do corpo (p=0.00002956).

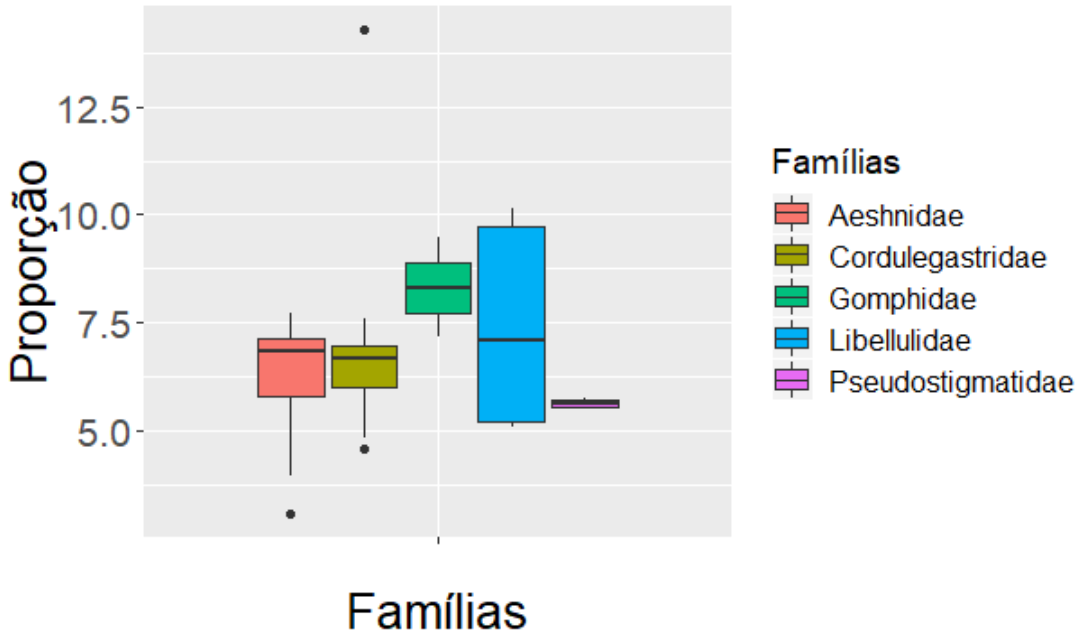

Figura 8: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Odonata. O eixo Y representa as proporções corpóreas entre o comprimento da asa/comprimento total dos indivíduos mensurados e o eixo X representa as famílias analisadas. Todas as famílias mensuradas possuem os valores entre o primeiro e terceiro quartil semelhante, assumindo assim que não possuem diferenças nas proporções corpóreas entre famílias (p=0.07684)**.**

Ordem Orthoptera:

Para a ordem Orthoptera, foram mensuradas as famílias Acrididae, Anostostomatidae, Eneopteridae, Gryllidae, Gryllotalpidae, Proscopiidae e Tettigoniidae. Com relação a comparação entre as famílias, não houve diferenças significativas (p= 1.554e-12), com diferenças nas famílias Acrididae (gafanhoto) e Gryllotalpidae (paquinha) das demais (Figura 9). Desta forma, foram propostas fórmulas para as famílias Acrididae e Gryllotalpidae, separadamente. Para as famílias que não apresentavam diferenças nas proporções foi criado um agrupamento da qual foi denominada “outros”, inserindo as famílias Anostostomatidae, Eneopteridae, Gryllidae, Proscopiidae e Tettigoniidae, e proposta fórmulas para este agrupamento. Assim, foram construídas fórmulas para estimar comprimento a partir do comprimento do fêmur e largura do tórax para Acrididae, Gryllotalpidae e outros. Com relação a estimativa para largura, o abdômen já é o responsável pela largura do animal e por isso construída apenas uma fórmula para estimar largura a partir do comprimento do fêmur.

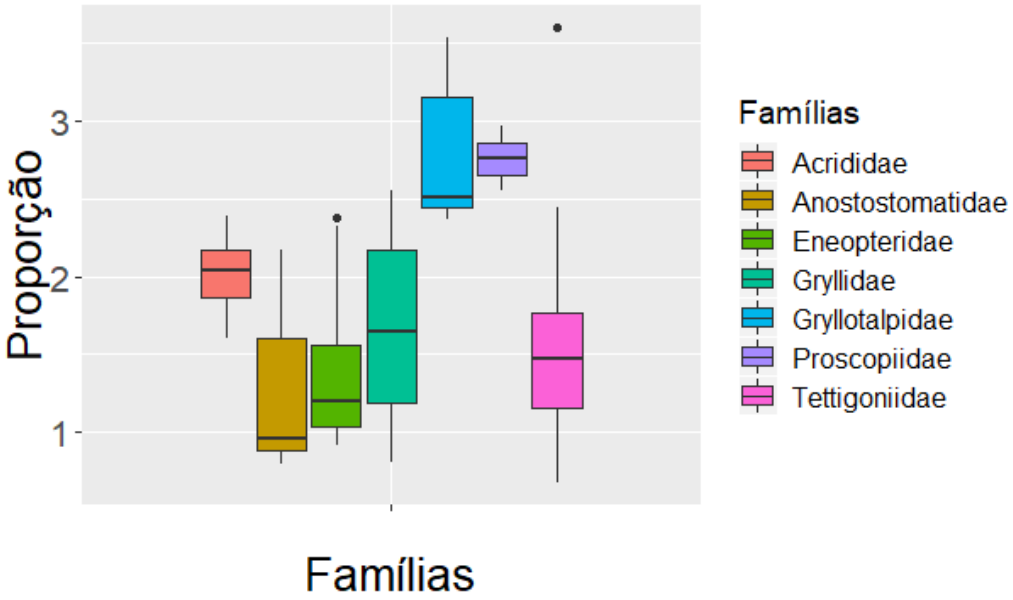

Figura 9: Boxplot das famílias mensuradas para a ordem Orthoptera. O eixo Y representa as proporções corpóreas entre o comprimento do fêmur/comprimento total enquanto o eixo X representa as famílias mensuradas. As famílias Acrididae (gafanhoto) e Gryllotalpidae (verde escuro) possuem os valores que estão entre o o primeiro e teceiro quartil (caixa) distintos quando comparadas as outras famílias, sugerindo que essas famílias possuem proporções corpôreas diferentes da demais (p= 1.554e-12).

Tabela 3: Relação entre os fragmentos pré-digeridos de artrópodes (X em mm) e total de comprimento (Y). X= fragmento do corpo encontrado no conteúdo estomacal, R^2= coeficiente de determinação, N= número de espécimes e Validação= Valor que comprova de a fórmula é válidas para os dados analisados, assumindo que valores de p-value maiores que 0,05 como validas. *= Famílias Carabidae, Cerambycidae, Elateridae e Tenebrionidae; **= Alydidae, Phymatidae, Reduviidae e Pyrrhocoridae; ***= Famílias Anostostomatidae, Eneopteridae, Gryllidae, Proscopiidae e Tettigoniidae.

Táxon		**Fórmula**	**X**	**R^2**	**N**	**Validação**
Blattodea	Blattidae	Y=2.39x+4.96	X1: Comprimento do fêmur	0.7012	21	0.946
		Y=0.06x+28.39	X2: Comprimento da asa	-0.7204	14	0.0284
	Isoptera	Y=0.89x+2.48	X1: Largura da cabeça	**0.3336**	74	0.5514
Coleoptera	Geral	Y=1.45x+1.31	X1: Comprimento do élitro	0.866	282	0.9556
	Chrysomelidae	Y=1.01x+2.40	X1: Comprimento do élitro	0.9746	06	0.6642
	Scarabaeidae	Y=1.90x-5.01	X1: Comprimento do élitro	0.9255	132	0.8396
	Outros*	Y=1.30x+2.50	X1: Comprimento do élitro	0.9224	212	0.9762
Diptera	Geral	Y=0.98x+1.36	X1: Comprimento da asa	0.7521	96	0.7666
Hemiptera	Geral	Y=1.82x+7.62	X1: Largura do pronoto	0.5563	164	0.9918
	Cicadellidae	Y=2.06x+4.15	X1: Largura do pronoto	0.8836	41	0.7306
	Coreidae	Y=1.98x+6.39	X1: Largura do pronoto	0.7769	29	0.7038
	Fulgoridae	Y=6.73x-40.44	X1: Largura do pronoto	0.9044	10	0.9044
	Outros**	Y=2.13x+9.37	X1: Largura do pronoto	0.6334	51	0.6742
	Pentatomidae	Y=0.96x+6.08	X1: Largura do pronoto	0.7681	35	0.7972
Hymenoptera	Geral	Y=2.38x+6.13	X1: Largura da cabeça	0.6524	211	0.932
	(Hymenoptera não Formicidae)	Y=0.94x+3.44	X2: Comprimento da asa	0.7477	205	0.5336
	Apidae	Y=2.91x+1.26	X1: Largura da cabeça	0.8825	90	0.737
		Y=1.03x+3.14	X2: Comprimento da asa	0.819	89	0.7146
	Formicidae	Y=3.60x+1.73	X1: Largura da cabeça	0.6313	116	0.9482
	Vespidae	Y=4.63x+0.26	X1: Largura da cabeça	0.6137	121	0.9046
		Y=0.87x+3.55	X2: Comprimento da asa	0.7487	116	0.383
Lepidoptera	Geral	Y=3.45x+11.59	X1: Largura da cabeça	0.5111	172	0.8228
		Y=0.47x+7.86	X2: Comprimento da asa	0.6599	172	**0.02**
Mantodea	Geral	Y=1.27x+3.83	X1: Comprimento da asa	0.9512	20	0.6898
		Y=13.03x-36.10	X2: Largura da cabeça	0.9118	32	0.9118
Odonata	Geral	Y=1.29x-0.62	X1: Comprimento da asa	0.7643	55	0.8582
		Y=4.86x+12.65	X2: Largura da cabeça	0.5868	55	0.9398
Orthoptera	Geral	Y=1.98x-8.36	X1: Comprimento do fêmur	0.6872	179	0.8904
		Y=4.73x+3.23	X2: Largura do tórax	0.6017	179	0.184
	Acrididae	Y=3.04x-39.28	X1: Comprimento do fêmur	0.8489	28	0.8238
		Y=4.92x+9.24	X2: Largura do tórax	0.7368	28	0.5612
	Gryllotalpidae	Y=2.44x+2.40	X1: Comprimento do fêmur	0.4542	6	0.672
		Y=5.34x+4.45	X2: Largura do tórax	0.7104	6	1
	Outros***	Y=1.45x+0.89	X1: Comprimento do fêmur	0.469	145	0.9322
		Y=2,83x+14,46	X2: Largura do tórax	02471	145	0.4228

Tabela 4: Relacionamento entre os fragmentos pré-digeridos de artrópodes (X em mm) e total de largura (Y). X= fragmento do corpo encontrado no conteúdo estomacal, r^2= coeficiente de determinação, N= número de espécimes e Validação= Valor que comprova de a fórmula é válidas para os dados analisados, assumindo que valores de p-value maiores que 0,05 como validas. *= Famílias Anostostomatidae, Eneopteridae, Gryllidae, Proscopiidae e Tettigoniidae.

Táxon		Fórmula	X	R^2	N	Validação
Blattodea	Blattaria	Y=0.69X+5.03	X1: Comprimento do fêmur	0.1548	21	0.0094
		Y=0.27X+9.58	X2: Largura da asa	-0.0323	18	0.5226
Diptera	Geral	Y=0.97x+0.48	X1: Largura da asa	0.4715	96	0.5522
Hymenoptera	Geral (Hymenoptera não Formicidae)	Y=0.40x-0.41	X1: Comprimento da asa	0.3478	205	0.8744
		Y=1.44x-1.07	X2: Largura da cabeça	0.6229	211	0.002
	Apidae	Y=0.50x+0.17	X1: Comprimento da asa	0.8848	112	0.8848
		Y=1.43x-0.99	X2: Largura da cabeça	0.9132	112	0.4742
	Vespidae	Y=0.18x+1.11	X1: Comprimento da asa	0.06813	116	0.0028
Mantodea	Geral	Y=0.24x-4.04	X1: Comprimento da asa	0.9328	12	1
Odonata	Geral	Y=0.15x-0.20	X1: Comprimento da asa	0.8157	55	0.4094
		Y=0.54x+1.64	X2: Largura da cabeça	0.5959	55	0.0258
Orthoptera	Geral	Y=0.34x-0.44	X1: Comprimento do fêmur	0.7574	179	0.296
	Acrididae	Y=0.52x-6.11	X1: Comprimento do fêmur	0.8251	28	0.563
	Gryllotalpidae	Y=0.49x+0.98	X1: Comprimento do fêmur	0.734	6	0.3352
	Outros*	Y=0.30x+0.30	X1: Comprimento do fêmur	0.6411	145	0.7218

A respeito da validação das fórmulas (Apêndice A), a fórmula para estimar o comprimento de Lepidoptera e Blattaria ambos a partir do comprimento da asa não foram validados com o teste de permutação (p= 0.02 e p= 0.0284 respectivamente). Dentre as fórmulas para estimar largura (Apêndice B), a fórmula de Blattaria a partir do comprimento do fêmur (p= 0.0094), formula geral para estimar largura em Hymenoptera não Formicidae (p=0.002), Vespidae a partir do comprimento da asa (p= 0.0028) e Odonata a partir da largura da cabeça (p=0.0258) também não foram validadas.

As fórmulas validadas para estimar comprimento de Hemiptera Reduviidae (p=0.3632), comprimento da asa em Vespidae (p=0.383), fórmula geral para Orthoptera a partir da largura do tórax (p=0.184), Orthoptera Outros (p=0.4228) e as fórmulas validadas para estimar largura de Apidae a partir da largura da cabeça (p=0.4742), Odonata a partir do comprimento da asa (p=0.4094), fórmula geral de Orthoptera (p=0.296) e Orthoptera Gryllotalpidae (p=0.3352) apresentaram o valor de significância maior que 0.5 e assim validadas.

Com relação à comparação com as fórmulas propostas por Hirai & Matsui (2001) (fórmulas em anexo A), para as ordens Blattodea, Lepidoptera adulto, Mantodea e Odonata não foi possível fazer as comparações, pois as mesmas não foram propostas no estudo de Hirai & Matsui (2001). Foram possíveis fazer comparações de 10 fórmulas (Tabela 5). Dentre as fórmulas comparadas, apenas Acrididae (Orthoptera) a partir do tórax apresentaram diferenças significativas quando submetidos a um teste t. Com relação aos valores do ajuste da reta (r^2), ambas as fórmulas apresentaram o mesmo r^2, entretanto, os valores do erro padrão residual mostraram que as fórmulas aqui propostas apresentaram um menor valor de erro, sugerindo que os resultados obtidos aqui melhores representam o valor comprimento real.

Com relação às fórmulas que o teste t apontou que não havia diferenças, Scarabaeidae (Coleoptera) apresentou o valor de r^2 maior e valor do erro padrão menor na fórmula aqui proposta quando comparada com Hirai e Matsui (2001). As fórmulas propostas para Chrysomelidae (Coleoptera), Cicadellidae (Hemiptera), Pentatomidae (Hemiptera), Formicidae (Hymenoptera), Vespidae (Hymenoptera) a partir da cabeça e asa e Acrididae (Orthoptera) a partir do fêmur apresentaram o mesmo valor de r^2. No que diz respeito ao valor do erro padrão, apenas as fórmulas Vespidae (Hymenoptera) a partir da cabeça e Acrididae (Orthoptera) a partir do fêmur apresentaram os valores do erro padrão menores quando utilizado as fórmulas propostas por Hirai e Matsui (2001).

Tabela 5: Comparação entre as fórmulas aqui propostas e as propostas por Hirai e Matsui (2001).

Coleoptera					
Família	**Teste-t**	**Hirai e Matsui**		**Fórmulas**	
		R^2	Erro	R^2	Erro
Chrysomelidae	0.916	0.9908	0.62078	0.9908	0.5075
Scarabaeidae	0.8486	0.9664	4.616	0.9674	4.305
Hemiptera					
Cicadellidae	0.0645	0.4964	12.43	0.4964	8.51
Pentatomidae	0.2271	0.8913	2.576	0.8913	1.275
Hymenoptera					
Formicidae	0.4766	0.5547	3.824	0.5547	2.898
Vespidae (cab)	0.4554	0.5786	1.811	0;5786	2.139
Vespidae (asa)	0.929	0.4624	3.914	0.4624	2.987
Orthoptera					
Acrididae (fêmur)	0,2338	0.9739	2.409	0.9739	4.185
Acrididae (tórax)	0.00858	0.9896	2.475	0.9896	1.573

5 DISCUSSÃO

Os resultados sugerem que é possível estimar o comprimento e largura original de presas da classe Insecta de fragmentos pré-digeridos em dieta de anuros, a partir da fórmula de regressão. Essa fórmula é necessária para os cálculos posteriores que envolvam a descrição do volume de cada categoria da dieta possibilitando calcular o índice de importância relativa dos itens alimentares consumidos além de correlações entre o tamanho das presas e do predador.

Dentre as fórmulas propostas, Blattaria (a partir do comprimento do fêmur), Hymenoptera não Formicidae (fórmula geral a partir da largura da cabeça), Vespidae (a partir do comprimento da asa) e Orthoptera (fórmula geral a partir do comprimento do fêmur), assim como às fórmulas gerais não foram validadas. Com relação as fórmulas gerais, estas agrupavam espécimes com diferenças morfométricas. Esse resultado nos comprova que mesmo dentro de uma ordem com espécimes semelhantes a utilização de uma fórmula geral podem ocasionar em resultados diferentes do real.

Com relação às fórmulas de estimativa de comprimento, para as ordens Blattodea, Lepidoptera adulta, Mantodea e Odonata não existiam fórmulas descritas, sendo o primeiro trabalho de descrição para estas ordens. Apenas as fórmulas para Blattidae (a partir do comprimento da asa) e Lepidoptera (a partir do comprimento da asa) não foram validadas.

No que se refere à fórmula para estimar comprimento a partir da asa em Blattaria, este não foi um bom representativo, pois apresentou os valores de r^2 e de validação baixos. Como descrito por Triplehorn & Johnson (2011), em baratas, a asa é uma característica que pode ser reduzida em algumas espécies, além disso, as fêmeas geralmente possuem as asas menores em comparação com os machos. Essa característica típica encontrada em asas de barata favoreceu para que a fórmula não fosse validada, já que é uma estrutura com alterações entre os espécimes. Já a fórmula para estimar comprimento de Lepidoptera (a partir do comprimento da asa), também não foi validada. Essas diferenças entre proporções morfologicas nas famílias mensuradas dentro da ordem Lepidoptera, não foram detectadas pelo teste de Kruskal-Wallis. Esse resultado sugere que, possivelmente, aumentando o número de espécimes, as famílias analisadas sejam melhor distribuídas, possibilitando a validação da fórmula. Além disso, as variações nas proporções encontradas dentro de Lepidoptera sugerem

que a asa não possui uma relação de crescimento proporcional ao crescimento do corpo, e por isso não é um bom modelo para a estimativa.

Dentre todas as ordens analisadas, Blattodea era o de maior interesse. A ordem Blattodea a partir de 2007 foi considerada como a ordem que engloba os cupins e as baratas (Inward, Beccalone & Eggleton, 2007). Entretanto, por se tratarem de animais com morfologias distintas e pelo fato do último fragmento a ser digerido em cupim ser a cabeça (Hirai & Matsui, 2001) e em barata a asa e a pata (Pess Jimenéz), as fórmulas foram propostas separadamente.

Blattodea (Isoptera), popularmente conhecida como cupim, é um item comum na dieta de anuros (e.g. Van Sluys et al. 2006; Rodrigues & Santos-Costa, 2014; Pertel, Teixeira & Ferreira, 2010), principalmente aqueles considerados como especialista que se alimentam de presas que vivem agregadas (Berazategui, Camargo & Maneyro, 2007). Os soldados dos cupins possuem cabeça esclerotizada e corpo mole, adaptados para a defesa do cupinzeiro (Triplehorn & Johnson, 2011), e como são responsáveis pela defesa do cupinzeiro são predados por anuros e são facilmente identificados no conteúdo estomacal.

Em Blattodea (Blattidae), foram propostas fórmulas para dois fragmentos, o fêmur e a asa, para estimativa de comprimento e largura. Com relação à fórmula a partir do fêmur, este foi considerado um bom modelo para a estimativa de comprimento, pois, os valores de r^2 e da validação foram consideravelmente altos a partir desta estrutura. De acordo com Triplehorn & Johnson (2011), as baratas são animais que possuem patas modificadas para escavação e por isso esta estrutura é altamente esclerotizada, não havendo alterações entre as espécies, por isso, o fêmur é um bom representativo do comprimento total. Entretanto, esta mesma estrutura não foi representativa para a estimativa de largura.

As ordens Lepidoptera, Mantodea e Odonata são menos comuns em dieta de anuros. A ordem Lepidoptera geralmente é encontrada na fase larval na dieta de anuros (e.g. Dietl, Engels & Solé, 2009; Teixeira & Coutinho, 2002), entretanto são mais difíceis de serem encontradas na fase adulta (Araújo, Bocchiglieri & Holmes, 2007; Muñoz-Guerrero, Serrano & Ramírez-Pinilla, 2007).

Mantodea também não é comum na dieta de anuros, porém são relatados em dietas de *Dendropsophus ebraccatus* (Jiménez & Bolaños, 2012) e *Dendropsophus microcephalus* (Muñoz-Guerreiro, Serrano & Ramírez-Pinilla, 2007). São caracterizados por possuírem coloração adaptada ao ambiente, e por isso de difícil predação (Rafael et al. 2012; Jackson & Drummond, 1974) não sendo tão frequente na dieta dos anuros. Para a estimativa do

comprimento de Mantodea, foram utilizados dois fragmentos, asa e cabeça. Diante das fórmulas propostas, ambos os fragmentos apresentaram um bom modelo para a estimativa de comprimento e largura, pois ambas apresentaram os valores de validação próximos a um. Além disso, a região Neotropical possui a maior concentração de espécies de Mantodea (Patel & Singh, 2016), mostrando a importância de se ter uma fórmula para esta ordem.

Com relação às ordens Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera e Orthoptera já foram descritas por Hirai & Matsui (2001) em seu trabalho para a estimativa de comprimento. Entretanto, os agrupamentos aqui propostos dentro de cada ordem, foram diferentes daqueles propostos pelos autores aqui citados.

Para a ordem Coleoptera de acordo com Hirai & Matsui (2001), foram propostas seis fórmulas separando entre famílias sendo elas Carabidae, Staphylinidae, Scarabaeidae, Elateridae, Chrysomelidae e Curculionidae. Neste trabalho, duas famílias foram semelhantes ao trabalho de Hirai e Matsui (2001), sendo elas Chrysomelidae e Scarabaeidae. As famílias Elateridae e Carabidae foram mensuradas em ambos os estudos, entretanto, em nosso estudo o teste apontou que essas famílias possuíam a mesma proporção corpórea e assim foram agrupados em uma única fórmula, juntamente com as famílias Cerambycidae e Tenebrionidae. Esse agrupamento é facilmente explicado pela morfologia dessas famílias serem baseadas em espécimes que possuem o corpo mais comprido do que largo com o pronoto eminente e separado do resto do corpo (Rafael et al. 2012).

No que diz respeito às famílias que receberam fórmulas distintas, Scarabaeidae é uma família facilmente identificada por possuir um chifre na cabeça dos machos que são utilizados para combate (Conner, 1988). De acordo com Rafael et al. (2012) essas protuberâncias encontradas em machos, podem causar variações na morfologia desses animais, como observado aqui e constatado em nossas análises, na qual a família Scarabaeidae foi separada das demais. Com relação a família Chrysomelidae, esta possui a forma oval com colorações vivas (Triplehorn & Johnson, 2011). Desta maneira, essa conformação corporal contribuiu para que estes apresentassem a proporção corpórea diferente das demais e por isso separadas das outras famílias aqui mensuradas. Por fim, com relação as todas as fórmulas propostas para Coleoptera, todas foram validadas, apontando que o élitro é um ótimo representante para a estimativa de comprimento.

Para a ordem Hemiptera, Hirai & Matsui (2001) separaram a ordem em Cicadellidae, Gerridae, Pentatomidae e Reduviidae. Em nosso trabalho, as famílias Cicadellidae, Pentatomidae e Reduviidae também foram separadas. A família Pentatomidae possui o

formato triangular com pronoto pronunciado em algumas espécies (e.g. *Loxa flavicollis* (Druy, 1773) e *Euschistus heros* (Fabricius, 1798)) e podem apresentar espinhos (Triplehorn & Johnson, 2011). Essas alterações morfológicas no pronoto foram o motivo do qual a família Pentatomidae foi separada das outras famílias analisadas.

A ordem Hymenoptera constituída por abelhas, vespas e formigas é a mais importante representante na dieta dos anuros (Toft, 1980; Toft, 1981). No que se refere ao hábito alimentar desses animais (anuros), são classificados em especialista (formigas em sua grande maioria) e não especialista (Toft, 1980; Toft, 1981) e por isso a ordem foi separada em Hymenoptera Formicidae e Hymenoptera não Formicidae. O trabalho de Hirai e Matsui (2001) separa apenas em Formicidae e Vespidae, enquanto aqui separamos em Apidae, Formicidae e Vespidae. Mesmo com as semelhanças morfológicas, os padrões morfométricos são distintos, como apontados em nossas análises.

Com relação a ordem Orthoptera, esta foi separada por Hirai e Matsui (2001) em grilo (Gryllidae), gafanhoto de aprendiz/gafanhoto anão (Tetrigidae) e gafanhoto (e.g. Acrididae). Em nosso trabalho, agrupamos em Acrididae, Gryllotalpidae e Outros (famílias Anostostomatidae, Eneopteridae, Gryllidae, Proscopiidae e Tettigoniidae), como sugerido por nossos testes. A família Gryllotalpidae popularmente conhecida como paquinha, são animais que possuem habito fossorial, possuindo as patas anteriores modificadas para escavação enquanto as patas posteriores são saltadoras (Ferreira & Barrigossi, 2006). Por serem cavadores de galerias, as patas traseiras não são tão bem desenvolvidas como as de espécies saltadoras em Acrididae (Triplehorn & Johnson, 2011). Devido a essas diferenças morfológicas, essas famílias foram agrupadas separadamente. Todas as fórmulas propostas para a ordem foram validadas, comprovando que o comprimento do fêmur e largura do tórax é um ótimo modelo para representar o comprimento e largura original.

Levando em consideração as comparações com as fórmulas propostas por Hirai e Matsui (2001), apenas as fórmulas para Vespidae (Hymenoptera) a partir da largura da cabeça e Acrididae (Orthoptera) apresentaram melhores resultados quando utilizada as fórmulas propostas por Hirai & Matsui (2001). Mesmo com as diferenças no erro padrão residual entre as comparações com as fórmulas, os valores encontrados sugerem que ambas as fórmulas são representativas para o estudo em dieta de anuros. Portanto, este trabalho contribuiu como uma complementação das fórmulas já propostas por Hirai & Matsui (2001), fornecendo agrupamentos diferentes dentro das ordens baseadas em análises estatísticas, além de, apresentar fórmulas inéditas como as de estimativas de largura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alford, R. A.; Richards, S. J. **Global amphibian declines: a problem in applied ecology**. Annual Review of Ecology and Systematics, 30: p.133-165. 1999.

Andrade, E. B.; Junior, T. B. L.; Junior, J. M. A. L.; Leite, J. R. S. A. **Predation by native fish and feeding by crab species on *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae) in northeastern, Brazil**. Herpetology Notes, 5: p.173-175. 2012.

Araújo, F. R. R. C.; Bocchiglieri, A.; Holmes, R. M.; **Ecological aspects of the *Hypsiboas albopunctatus* (Anura, Hylidae) in central Brazil**. Neotropical Biology and Conservation, 2(3): p.165-168. 2007.

Arroyo, S. B.; Serrano-Cardozo, V. H.; Ramírez-Pinilla, M. P. **Diet, microhabitat and time of activity in a *Pristimantis* (Anura, Strabomantidae) assemblage**. Phyllomedusa: Journal of Herpetology, 7(2): p.109-119. 2008.

Attademo, A. M.; Peltzer, P. M.; Lajmanovich, C. **Anfíbios que ocorrem na soja e implicações para o controle biológico na Argentina**. Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente, 106(4): p.389-394. 2005.

Azevedo, V. V. C.; Chaves, D. A.; Bezerra, D. C.; Lia Fook, M. V.; Costa, A. C. F. M. **Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, 2(3): p.27-34. 2007.

Biavati, G. M.; Wiederhecker, H. C.; Colli, G. R. **Diet of *Epipedobates flavopictus* (Anura: Dendrobatidae) in a Neotropical savanna**. Journal of Herpetology, 38(4): p.510-518. 2004.

Blanco-Torres, A.; Duré, M.; Bonilla, M. A. **Observaciones sobre la dieta de *Elachistocleis pearsei* y *Elachistocleis panamensis* en dos áreas intervenidas de tierras bajas del norte de Colombia**. Revista Mexicana de Biodiversidad, 86(2): p.538-540. 2015.

Blaustein, A. R.; Walls, S. C.; Bancroft, B. A.; Lawler, J. J.; SEARLE, C. L.; GERVASI, S. S. **Direct and indirect effects of climate change on amphibian populations**. Diversity, 2(2): p.281-313. 2010.

Berazategui, M.; Camargo, A.; Maneyro, R. **Environmental and seasonal variation in the diet of *Elachistocleis bicolor* (Guérin-Méneville 1838) (Anura: Microhylidae) from northern Uruguay**. Zoological Science, 24(3): p.225-231. 2007.

Bolaños, F.; Castro, F.; Cortez, C.; De La Riva, I.; Grant, T.; Hedges, B.; Heyer, R.; Ibéñez, R.; La Marca, E.; Lavilla, E.; Silvano, D. L.; Löters, S.; Olea, G. P.; Reichle, S.; Reynolds, R.; Rodriguez, L.; Barrera, G. S.; Scott, N.; Ubeba, C.; Veloso, A.; Wilkinson, M.; Youg, B. **Amphibians of the Neotropical realm**. In: Stuart, S.; Hoffman, M.; Chanson, J.; Cox, N.; Berridge, R.; Ramami, P.; Young, B. Threatened Amphibians of the World. Lynx Edicions, Barcelona, Spain; IUCN, Gland, Switzerland; and Conservation International, Arlington, Virginia, USA: p.92-105. 2008.

Bowatte, G.; Perera, P.; Senevirathne, G.; Meegaskumbura, S.; Meegaskumbura, M. **Tadpoles as dengue mosquito (*Aedes aegypti*) egg predators**. Biological Control, 67(3): p.469-474. 2013.

Brasileiro, C. A.; Martins, M.; Sazima, I. **Feeding ecology of *Thoropa taophora* (Anura: Cycloramphidae) on a rocky seashore in southeastern Brazil**. South American Journal of Herpetology, 5(3): p.181-188. 2010.

Brown Junior, K. S. **Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators**. In: Collins, N. M.; Thomas, J. A. (Ed.). The conservation of insects and their habitats. Academic Press: p.349-401. 1991.

Caldart, V. M.; Lop, S.; Bertaso, T. R. N.; Cechin, S. Z. **Feeding Ecology of *Crossodactylus schmidti* (Anura: Hylodidae) in Southern Brazil**. Zoological Studies, 51(4): p.484-493. 2012.

Carvalho, R. A.; Martins-Santos, I. C.; Dias, A. L. **B chromosomes: an update about their occurrence in freshwater Neotropical fishes (Teleostei)**. Journal of Fish Biology, 72(8): p.1907-1932. 2008.

Castro, I. M.; Rebouças, R.; Solé, M. **Diet of *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948) (Anura: Hylidae) from a cocoa plantation in southern Bahia, Brazil**. North-Western Journal of Zoology, 12(1): p.159-165. 2016.

Conner, J. **Field measurements of natural and sexual selection in the fungus beetle, Bolitotherus cornutus**. Evolution, 42(4): p.736-749. 1988.

Crump, M. L. **Opportunistic cannibalism by amphibian larvae in temporary aquatic environments**. The American Naturalist, 121(2): p.281-289. 1983.

Crump, M. L. **Amphibian diversity and life history**. In: Dodd Júnior, C. K. (Ed.). Amphibian Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques: p.3-17. 2010.

Damasceno, R. **Uso de recursos alimentares e eletividades na dieta de uma assembleia de anuros terrícolas das dunas do médio Rio São Francisco, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Biota Neotropica, 5(2): 110pp. 2005.

Da Silva, H. R.; Brito-Pereira, M. C. **How much fruit do fruit-eating frogs eat? An investigation on the diet of *Xenohyla truncata* (Lissamphibia: Anura: Hylidae)**. Journal of Zoology, 270(4): p.692-698. 2006.

De Carvalho Batista, R., De-Carvalho, C. B., De Freitas, E. B., da Cunha, S., Franco, C. D. C. B., Coelho, W. A., & Faria, R. G.. **Diet of *Rhinella schneideri* (Werner, 1894) (Anura: Bufonidae) in the Cerrado, Central Brazil**. Herpetology Notes, 4: p.017-021. 2011.

De Paula LIMA, J. E., Roedder, D., & Sole, M. **Diet of two sympatric *Phyllomedusa* (Anura: Hylidae) species from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil**. North-Western Journal of Zoology, 6(1): p.13-24. 2010.

Dietl, J.; Engels, W.; Solé, M. **Diet and feeding behaviour of the leaf-litter frog *Ischnocnema henselii* (Anura: Brachycephalidae) in Araucaria rain forests on the Serra Geral of Rio Grande do Sul, Brazil**. Journal of Natural History, 43(23-24): p.1473-1483. 2009.

Duellman, W. E. **Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics**. Annals of the Missouri Botanical Garden, 75(1): p.79-104. 1988.

Duellman, W. E.; Lizana, M. **Biology of a sit-and-wait predator, the leptodactylid frog *Ceratophrys cornuta***. Herpetologica, 50(1): p.51-64. 1994.

Duellman, W. E.; Trueb, L. **Biology of Amphibians**. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA: 670pp. 1994.

Duellman, W. E. **Global distribution of amphibians: patterns, conservation, and future challenges**. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA: 648pp. 1999.

Dunn, O. J. **Multiple comparisons using rank sums**. Technometrics, 6(3): p.241-252. 1964.

Dunham, A. E. **Realized niche over lap, resource abundance, and intensity of interspecific competition**. In: Huey, R. B.; Pianka, E. R.; Schoener, T. W. Lizard ecology: studies of a model organismo. Havard University Press, Cambrige: p.261-280. 1983.

Evans, M.; Lampo, M. **Diet of *Bufo marinus* in Venezuela**. Journal of Herpetology, 30(1): p.73-76. 1996.

Ferreira, E.; Barrigossi, J. A. F. **Insetos orizívoros da parte subterrânea**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás. Documentos (INFOTECA-E): 52pp. 2006.

Ferreira, R. B.; Schineider, J. A. P.; Teixeira, R. L. **Diet, Fecundity, and Use of Bromeliads by *Phyllodytes luteolus* (Anura: Hylidae) in Southeastern Brazil**. Journal of Herpetology, 46(1): p.19-24. 2012.

Frost, D. R. 2018. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Version 6.0. American Museum of Natural History, New York. Disponível em: http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/. Acessado em: 05/04/2019.

Gaiarsa, M. P.; Alencar, L. R. V.; Dias, C. J.; Martins, M. **Predator or prey? Predatory interactions between the frog *Cycloramphus boraceiensis* and the spider *Trechaleoides biocellata* in the Atlantic Forest of Southeastern Brazil**. Herpetology Notes, 5: p.67-68. 2012.

Gascon, C.; Collins, J. P.; Moore, R. D.; Church, D. R.; Mckay, J. E.; Mendelson III, J. R. (Ed.). **Amphibian Conservation Action Plan**. The World Conservation Union (IUCN): 68pp. 2005.

Guedes, T. B.; Sawaya, R. J.; Zizka, A.; Laffan, S.; Faurby, S.; Pyron, R. A.; Bérnils, R. S.; Jansen, M.; Passos, P.; Prudente, A. L. C.; Cisneros-Heredias, D. F.; Braz, H. B.; Nogueira, C. C.; Aantonelli, A**. Patterns, biases and prospects in the distribution and diversity of Neotropical snakes**. Global Ecology and Biogeography, 27(1): p.14-21. 2018.

Halffter, G. **Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)**. Biogeographia–The Journal of Integrative Biogeography, 15(1): p.11-40.1991.

Hershkovitz, P. **The recent mammals of the Neotropical region: a zoogeographic and ecological review**. The Quarterly Review of Biology, 44(1): p.1-70. 1969.

Hirai, T.; Matsui, M. **Feeding habits of the pond frog, *Rana nigromaculata*, inhabiting rice fields in Kyoto, Japan**. Copeia, 1999(4): p.940-947. 1999.

Hirai, T.; Matsui, M. **Attempts to estimate the original size of partly digested prey recovered from stomachs of *Japanese anurans***. Herpetological Review, 32(1): p.14-15. 2001.

Hirai, T.; Matsui, M. **Feeding relationships between *Hyla japonica* and *Rana nigromaculata* in rice fields of Japan**. Journal of Herpetology, 36(4): p.662-667. 2002.

Hoffman, M.; Taylor, C. H.; Ângulo, A.; Böhm, M.; Brookd, T. M. **The impact of conservation on the status of the world's vertebrates**. Science, 330: p.1503-1509. 2010.

Inward, D.; Beccaloni, G.; Eggleton, P. **Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches**. Biology Letters, 3(3): p.331-335. 2007.

IUCN 2019. **Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN**. Versão 2018-2. Disponível em: http://www.iucnredlist.org. Acessado em: 28 de março de 2019.

Izecksohn, E.; Carvalho-e-Silva, S. P. (Ed.). **Anfíbios do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro**. Editora UFRJ, 2 (2ed.): 158pp. 2001.

Jackson, J. F.; Drummond, B. A. **Batesian ant-micicry complex from the Mountain Pine Ridge of British Honduras, with an example of transformational mimicry**. American Midland Naturalist, 1974.

Jiménez, R.; Bolaños, F. **Use of food and spatial resources by two frogs of the genus *Dendropsophus* (Anura: Hylidae) from La Selva, Costa Rica**. Phyllomedusa: Journal of Herpetology, 11(1): p.51-62. 2012.

Khatiwada, J. R.; Ghimire, S.; Khatiwada, S. P.; Paudel, B.; Bischof, R.; Jiang, J.; Haugaasen, T. **Frogs as potential biological control agents in the rice fields of Chitwan, Nepal**. Agriculture, Ecosystems & Environment, 230: p.307-314. 2016.

Kruskal, W. H.; Wallis, W. A. **Use of ranks in one-criterion variance analysis**. Journal of the American Statistical Association, 47(260): p.583-621. 1952.

Lamas, G. **Checklist: Part 4a, Hesperioidea-Papilionoidea**. In: HEPPNER, J. B. (Ed.). Atlas of Neotropical Lepidoptera. Gainesville, Association for Tropical Lepidoptera, Scientific Publishers. 439pp. 2004.

Legler, J. M. **Stomach flushing: a technique for chelonian dietary studies**. Herpetologica, 33(3): p.281-284. 1977.

Legler, J. M.; Sullivan, L. J. **The application of stomach-flushing to lizards and anurans**. Herpetologica, 35(2): p.107-110. 1979.

Lenger, D. R.; Berkey, J. K.; Dugas, M. B. **Predation on the toxic *Oophaga pumilio* (Anura: Dendrobatidae) by *Rhadinaea decorate* (Squamata: Collubridae)**. Herpetology Notes, 7: p.83-84. 2014.

Lopes, M. S.; Bovendorp, R. S.; Moraes, G. J.; Percequillo, A. R.; Bertoluci, J. **Diversity of ants and mites in the diet of the Brazilian frog *Chiasmocleis leucosticta* (Anura: Microhylidae)**. Biota Neotropica, 17(3): p.1-5. 2017.

Maeto, K. **Changes in insect assemblages with secondary succession of temperate deciduous forests after clear-cutting**. Japanese Journal of Entomology (N.S.), 2(1): p.11-26. 1999.

Magnusson, W. E.; Hero, J. **Predation and the evolution of complex oviposition behaviour in Amazon rainforest frogs**. Oecologia, 86(3): p.310-318. 1991.

Makino, S.; Goto, H.; Inoue, T.; Sueyoski, M.; Okabe, K.; Hasegawa, M.; Hamaguchi, K.; Ctanaka, H.; Okochi, I. **The monitoring of insects to maintain biodiversity in Ogawa Fores Reserve**. Environmental Monitoring and Assessment, 120(1-3): p.85-477. 2006.

Maneyro, R.; Naya, D. E.; Da Rosa, I.; Canavero, A.; Camargo, A. **Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay**. Iheringia, Série Zoologia 94(1): p.57-61. 2004.

Mebs, D.; Jansen, M.; Köhler, G.; Pagoda, W.; Kauert, G. **Myrmecophagy and alkaloid sequestration in amphibians: a study on *Ameerega picta* (Dendrobatidae) and *Elachistocleis sp*. (Microhylidae) frogs**. Salamandra, 46(1): p.11–15. 2010.

Menin, M.; Domingos, J. R.; Azevedo, C. S. **Predation on amphibians (Amphibia) by spiders (Arachnidae, Araneae) in the Neotropical region**. Phyllomedusa: Journal of Herpetology, 4(1): p.39-47. 2005.

MOE [MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, GOVERNMET OF JAPAN] 1997. **The natural environment of Japan**. Environment Agency, Tokyo, Japan. Disponível em: https://www.env.go.jp/en/. Acessado em: 07/10/2018.

Moreno-Barbosa, S. E.; Hoyos-Hoyos, J. M. **Ontogenia de la dieta de anuros (Amphibia) colectados en la Rivera del río La Vieja en el departamento de Quindío (Colombia)**. Caldasia, 36(2): p.365-373. 2014.

Muñoz-Guerrero, J.; Serrano-Cardozo, V. H.; Ramírez-Pinilla, M. P. **Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílidas neotropicales (Anura: Hylidae)**. Caldasia, 29(2): p.413-425. 2007.

Ogle, D. H. 2018. **FSA: Fisheries Stock Analysis**. R package version 0.8.20. Disponível em: https://cran.r-project.org/web/packages/FSA/citation.html. Acessado em: 07/10/2018.

Patel, S.; Singh, R. **Updated checklist and distribution of Mantidae (Mantodea: Insecta) of the world**. International Journal of Research Studies in Zoology, 2(4): p.17-54. 2016.

Pertel, W.; Teixeira, R. L.; Ferreira, R. B. **Comparison of diet and use of bromeliads between a bromelicolous and a bromeligenous anuran at an inselberg in the southeastern of Brazil**. Caldasia, v. 32, n. 1, p. 149-159, 2010.

Parmelle, J. R. **Trophic ecology of a tropical anuran assemblage**. Natural History Museum, The University of Kansas, 11: p.1-59. 1999.

Pinkas, L. **Food habits study**. In: Pinkas, L.; Oliphant, M. S.; Iverson, I. L. K. (Org.). Food Habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito in California Waters. Fish Bulletin, 152(5): p.5-10. 1971.

Pough, F. H. **The advantages of ectothermy for tetrapods**. The American Naturalist, 115(1): p.92-112. 1980.

Pough, F. H.; Heiser, J. B.; Mcfarland, W. N. **A vida dos vertebrados**. Editora Atheneu, São Paulo, (2ed.): 800pp. 1999.

Pough, F. H.; Andrews, R. M.; Cadle, J. E.; Scrump, M. L.; Savitzky, A. H.; Wells, K. D. **Herpetology**. Upper Saddle River, NJ, Pearson Prentice Hall, (3ed.): 726pp. 2004.

Pough, F. H.; Janis, C. M.; Heiser, J. B. **A vida dos vertebrados**. Editora Atheneu, São Paulo, (4ed.): 718pp. 2008.

Prado, V. H. M.; Fonseca, M. G.; Almeida, F. V. R.; Júnior, O. N.; Rossa-Feres, D. C. **Niche occupancy and the relative role of micro-habitat and diet in resource partitioning among pond dwelling tadpoles**. South American Journal of Herpetology, 4(3): p.275-285. 2009.

Rafael, J. A.; Melo, G. A. R.; Carvalho, C. J. B.; Casari, S. A.; Constantino, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Holos Editora: 795pp. 2012.

Redford, K. H.; Dorea, J. G. **The nutritional value of invertebrates with emphasis on ants and termites as food for mammals**. Journal of Zoology, 203(3): p.385-395. 1984.

Rodrigues, M. T. **Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso**. Megadiversidade, 1(1): p.87-94. 2005.

Rodrigues, L. C.; Santos-Costa, M. C. **Trophic ecology of Physalaemus ephippifer (Anura, Leptodactylidae) in eastern Amazonia**. Journal of Herpetology, 48(4): p.532-536. 2014.

Salinas, A. S.; Costa, R. N.; Orrico, V. G. D.; Solé, M. **Tadpoles of the bromeliad-dwelling frog Phyllodytes luteolus are able to prey on mosquito larvae**. Ethology Ecology & Evolution, 30(6): p.485-496. 2018.

Santana, A. S.; Juncá, F. A. **Diet of *Physalaemus* cf. *cicada* (Leptodactylidae) and *Bufo granulosus* (Bufonidae) in a semideciduous forest**. Brazilian Journal of Biology, 67(1): p.125-131. 2007.

Saporito, R. A.; Garraffo, H. M.; Donnelly, M. A.; Edwards, A. L.; Longino, J. T.; Daly, J. W. **Formicine ants: an arthropod source for the pumiliotoxin alkaloids of dendrobatid poison frogs**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101(21): p.8045-8050. 2004.

Saporito, R. A.; Zuercher, R.; Roberts, M.; Gerow, K. G.; Donnelly, M. A. **Experimental evidence for aposematism in the Dendrobatid poison frog *Oophaga pumilio***. Copeia, 2007(4): p.1006-1011. 2007.

Segalla, M. V.; Caramaschi, U.; Cruz, C. A. G.; Grant, T.; Haddad, C. F. B.; Garcia, P. C. A.; Berneck, B. V. M.; Langone, J. Á. **Brazilian amphibians: List of species**. Herpetologia Brasileira, 5(2): p.34-46. 2016.

Solé, M.; Beckmann, O.; Pelz, B.; Kwet, A.; Engels, W. **Stomach-flushing for diet analysis in anurans: an improved protocol evaluated in a case study in Araucaria forests, southern Brazil**. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 40(1): p.23-28. 2005.

Solé, M.; Pelz, B. **Do male tree frogs feed during the breeding season? Stomach flushing of five syntopic hylid species in Rio Grande do Sul, Brazil**. Journal of Natural History, 41(41-44): p.2757-2763. 2007.

Solé, M.; Dias, I. R.; Rodrigues, E. A. S.; Marciano-Júnior, E.; Branco, S. M. J.; Cavalcante, K. P.; Rödder, D. **Diet of *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil**. Herpetology Notes, 2: p.9-15. 2009.

Solé, M., Rödder, D. **Dietary Assessments of adult amphibians**. In: Dodd Júnior, C. K. C. (Ed.). Amphibian Ecology and Conservation: a handbook of techniques. Oxford, University Press: p.167-184. 2010.

Stuart, S. N.; Chanson, J. S.; Cox, N. A.; Young, B. E.; Rodrigues, A. S. L.; Fischman, D. L.; Waller, R. W. **Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide**. Science, 306(5702): p.1783-1786. 2004.

Team, R. D. C. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015.

Teixeira, R. L.; Coutinho, E. S. **Hábito alimentar de *Proceratophrys boiei* (Wied)(Amphibia, Anura, Leptodactylidae) em Santa Teresa, Espírito Santo, sudeste do Brasil**. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, (N. Sér.) 14: p.13-20. 2002.

Teixeira, R. L.; Vrcibradic, D. **Diet of *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) from coastal lagoons of southeastern Brazil**. Cuadernos de Herpetología, 17(1-2): p.111-118. 2003.

Toft, C. A. **Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode**. Journal of Herpetology, 15(2): p.139-144. 1981.

Toft, C. A. **Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment**. Oecologia, 45(1): p.131-141. 1980.

Toledo, L. F. **Predação de sete espécies de anuros da América do Sul por insetos aquáticos (Belostomatidae)**. Phyllomedusa: Journal of Herpetology, 2(2): p.105-108. 2003.

Triplehorn, C. A.; Johnson, N. F. **Estudo dos insetos: tradução da 7ª edição de borror and delong's introduction to the study of insects**. São Paulo, Cengage Learning, 809pp. 2011.

Van Sluys, M.; Schittini, G. M.; Marra, R. V.; Azevedo, A. R. M.; Vicente, J. J.; Vrcibradic, D. **Body size, diet and endoparasites of the microhylid frog *Chiasmocleis capixaba* in an Atlantic Forest area of southern Bahia state, Brazil**. Brazilian Journal of Biology, 66(1A): p.167-173. 2006.

Vaz-Silva, W.; Frota, J. G.; Prates-Júnior, P. H.; Silva, J. S. B. **Dieta de *Lysapsus laevis* Parker, 1935 (Anura: Hylidae) do médio rio Tapajós, Pará, Brasil**. Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia, 18(1): p.3-12. 2005.

Vitt, L. J.; Caldwell, J. P. **Herpetology: an introductory biology of amphibians e reptiles**. Academic Press, (3ed.): 697pp. 2013.

Voss, R. S.; Emmons, L. **Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment**. Bulletin of the AMNH, 230: 120pp. 1996.

Wake, D. B.; Vredenburg, V. T. **Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(1): p.11466-11473. 2008.

Walter, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília: 373pp. 2006.

Weirauch, C. **Cladistic analysis of Reduviidae (Heteroptera: Cimicomorpha) based on morphological characters**. Systematic Entomology, 33(2): p.229-274. 2008.

Wilcoxon, F. **Individual comparisons by ranking methods**. Biometrics bulletin, 1(6): p.80-83. 1945.

Wu, Z. J.; Li, Y. M.; Wang, Y. P. **A comparison of stomach flush and stomach dissection in diet analysis of four frog species**. Acta Zoologica Sinica, 53: p.72-364. 2007.

Zhang, P.; Zhou, H.; Chen, Y-Q.; Liu, Y-F.; Qu, L-H. **Mitogenomic perspectives on the origin and phylogeny of living amphibians**. Systematic Biology, 54(3): p.391-400. 2005.

APÊNDICE

Apêndice A: Banco de dados utilizado para o teste e validação das fórmulas de largura para insetos Neotropicais.

Ordem	Família	Fragmento (X1 ou X2)	Comprimento do traço (fragmento)	Comprimento total do corpo (Observado)	Comprimento estimado
Blattodea	Blattaria	Comprimento do fêmur	11,45	31,35	32,32
			11,70	32,00	32,92
			5,40	16,40	17,87
			9,40	30,00	27,42
			10,95	30,95	31,13
	Blattaria	Comprimento da asa	34,10	34,10	30,44
			13,00	32,40	30,37
			26,30	31,35	29,97
			25,85	30,95	29,94
	Isoptera	Largura da cabeça	0,90	3,00	3,28
			1,60	3,80	3,90
			1,60	3,75	3,90
			1,60	3,80	3,90
			1,10	3,90	3,46
			1,60	3,85	3,90
			1,60	3,90	3,90
			1,60	3,90	3,90
			1,60	3,80	3,90
			1,60	4,20	3,90
			1,60	4,15	3,90
			1,10	3,40	3,46
			1,10	3,35	3,46
			1,10	3,45	3,46
			0,90	2,50	3,28
			0,90	2,45	3,28
			0,90	2,80	3,28
Coleoptera	Chrysomelidae	Comprimento do élitro	4,70	6,00	7,14
			10,85	13,00	13,35
	Formula geral	Comprimento do élitro	4,70	6,00	8,12
			10,05	11,95	15,87
			12,00	14,20	18,69
			13,20	20,30	20,43
			6,450	9,30	10,65
			18,90	30,25	28,49
			54,60	72,30	80,42
			56,50	71,50	83,17
			60,30	80,20	88,68
			54,40	72,60	80,13
			55,25	73,00	81,36
			50,00	64,40	73,76
			50,40	72,20	74,34
			51,00	72,95	75,21
			52,50	67,40	77,38
			30,95	43,40	46,15

Coleoptera	Formula Geral		12,60	26,40	19,54
			26,15	38,80	39,20
			40,00	50,70	59,27
			41,00	54,00	60,72
		Comprimento do élitro	71,35	107,60	104,69
			75,25	110,60	110,34
			34,60	53,25	51,44
			34,65	62,00	51,51
			27,00	37,40	40,43
			14,80	23,65	22,75
			28,10	40,00	42,02
			30,95	53,00	46,15
			32,55	53,60	48,47
Coleoptera	Fórmula geral	Comprimento do élitro	9,65	13,90	15,29
			20,55	27,20	31,08
			21,00	29,15	31,74
			28,60	26,90	42,75
			32,60	44,90	48,54
			19,90	31,60	30,14
			24,20	37,20	36,37
			21,60	30,00	32,60
			33,15	33,55	49,34
			24,60	35,00	39,95
			23,35	36,10	35,14
			30,30	42,30	45,21
			19,00	40,60	28,84
			27,30	36,40	40,86
			25,00	33,60	37,53
			29,20	42,45	43,62
			47,90	70,00	69,84
			49,90	92,45	73,61
			46,95	88,00	69,34
			22,90	35,25	34,49
			24,70	40,00	37,10
			25,00	45,60	37,53
			26,35	44,20	39,49
			27,45	43,00	41,08
			31,30	44,25	46,66
			29,80	50,60	44,49
			30,00	49,00	44,78
			29,60	50,30	44,20
			45,50	82,00	67,24
			18,80	29,10	28,55
			17,10	25,35	26,08
			17,40	26,75	26,52
			19,50	29,95	29,56
			17,95	24,50	27,62
			8,00	13,50	12,90
			9,20	15,15	14,64
			7,70	11,60	12,46
			16,40	24,85	25,07
			17,45	27,70	26,59
			21,95	39,60	33,11
			29,00	49,55	43,33
			10,95	16,90	16,74
			10,55	17,45	16,22
			6,45	9,30	10,89

Coleoptera	Outros	Comprimento do élitro	10,65	16,75	16,35
			11,60	17,60	17,59
			16,00	23,80	23,31
			64,40	84,90	86,28
			68,45	83,00	91,55
			58,55	75,90	78,67
			70,25	91,50	93,89
			40,15	57,95	59,94
Coleoptera	Outros	Comprimento do élitro	51,00	72,95	68,85
			20,10	28,70	28,65
			47,45	57,00	64,23
			41,00	54,00	55,84
			71,80	95,85	95,91
			44,15	63,85	59,94
Coleoptera	Outros	Comprimento do élitro	30,55	44,45	42,24
			34,65	42,45	47,58
			35,60	57,45	48,81
			32,00	45,95	44,13
			34,65	62,00	47,58
			15,75	23,90	22,98
			28,10	40,00	39,06
			14,80	18,33	21,75
			9,80	13,55	15,25
			22,0	31,40	31,12
			21,25	28,00	30,14
			19,00	25,25	27,22
			17,20	25,65	24,87
			24,20	37,20	33,98
			21,40	33,55	30,34
			20,95	32,90	29,74
			15,40	23,40	22,53
			24,70	34,00	34,63
			14,90	21,35	21,88
			30,00	39,90	41,53
			33,30	42,00	45,82
			29,95	43,00	41,46
			29,95	41,95	41,46
			31,00	43,35	42,83
			26,30	38,35	36,74
Coleoptera	Scarabaeidae	Comprimento do élitro	51,70	99,30	91,72
			47,00	71,00	82,93
			45,00	72,30	79,19
			50,00	90,30	55,54
			42,95	66,40	75,35
			41,80	65,90	73,20
			24,35	39,30	40,55
			22,10	37,10	36,34
			26,90	42,00	45,32
			24,50	42,65	40,83
			25,80	42,60	43,27
			24,70	40,00	41,21
			28,50	46,20	48,32
			28,00	46,70	47,38
			29,80	50,60	50,75
			29,60	50,30	50,38
			45,45	72,00	80,03
			27,00	47,20	45,51

Coleoptera	Scarabaeidae	Comprimento do élitro	13,00	19,70	19,32
			17,25	24,80	27,27
			20,25	34,65	32,88
			11,90	17,7	17,26
			18,80	31,00	30,19
			15,75	21,00	24,46
			7,90	11,65	9,77
			16,00	27,45	24,93
Díptera	Todos	Comprimento da asa	10,60	10,15	11,71
			6,20	8,10	7,41
			10,80	10,45	11,91
			9,45	12,65	10,59
			11,20	13,25	12,30
			9,90	12,65	11,03
			8,70	12,70	9,86
			8,10	11,80	9,27
			6,95	7,70	8,15
			9,80	8,00	8,00
			7,70	7,25	8,88
			6,55	6,15	7,76
			13,55	14,10	14,60
			12,95	16,15	14,01
			9,95	11,30	11,08
			8,80	9,00	9,95
			4,55	5,65	5,80
			16,85	19,10	17,82
			8,80	10,45	9,95
			10,90	12,45	12,00
			9,00	8,95	10,15
			7,00	8,70	8,20
			9,80	10,80	10,93
Hemiptera	Cicadilidae	Largura do pronoto	21,25	45,90	48,00
			21,35	42,00	48,21
			27,00	38,00	59,87
			18,50	39,20	42,33
			22,00	50,25	49,55
			19,40	52,00	44,18
			14,80	36,60	34,69
			7,85	18,30	20,35
			9,60	21,80	23,96
			18,4	50,88	42,12
Hemiptera	Coreidae	Largura do pronoto	4,95	16,00	16,16
			5,95	19,45	18,13
			9,90	25,95	25,92
			6,30	18,00	18,82
			6,85	13,00	19,91
			8,80	24,40	23,75
Hemiptera	Fórmula geral	Largura do pronoto	19,40	43,30	42,85
			20,10	51,60	44,13
			22,10	49,65	47,76
			19,70	48,95	43,40
			22,10	59,20	47,76
			11,45	27,00	28,42
			13,75	28,45	32,59
			12,80	28,30	30,87
			12,50	28,85	30,32
			8,00	18,45	22,15

Hemiptera	Fórmula geral	Largura do pronoto	9,60	21,80	25,06
			2,70	11,45	12,53
			8,75	25,95	23,51
			5,20	17,90	17,07
			5,00	17,90	16,70
			5,20	18,00	17,07
			6,85	13,00	20,06
			4,70	16,15	16,16
			5,60	16,20	17,79
			9,95	27,25	25,69
			12,10	33,00	29,60
			14,85	63,00	34,59
			2,50	11,30	12,16
			4,40	21,00	15,61
			2,55	9,70	12,26
			2,50	15,30	12,16
Hemiptera	Fórmula geral	Largura do pronoto	2,55	15,90	12,25
			13,70	20,95	32,50
			15,80	22,70	36,32
			17,75	22,45	39,86
			11,25	17,75	28,05
			10,60	20,15	26,87
			6,70	10,85	19,79
			6,25	16,50	18,97
			8,45	24,40	22,97
			8,30	24,95	22,70
			6,00	23,50	18,52
			6,95	27,20	20,25
			7,30	22,45	20,88
			6,60	17,75	19,61
			7,00	29,40	20,34
Hemiptera	Fulgoridae	Largura do pronoto	12,30	36,30	42,32
			14,85	63,00	59,47
			16,00	65,50	67,20
Hemiptera	Outros	Largura do pronoto	2,50	11,30	14,69
			4,80	20,70	19,59
			5,90	22,90	21,94
			2,45	10,25	14,59
			9,85	22,30	30,35
			8,40	23,60	27,26
			7,15	29,00	24,60
			5,95	26,95	22,04
			6,60	27,80	23,43
			5,50	15,50	21,08
			5,00	13,40	20,02
			6,60	17,75	23,43
			7,60	30,00	25,56
Hemiptera	Pentatomidae	Largura do pronoto	14,25	21,05	19,82
			12,20	17,90	17,84
			7,00	10,90	12,83
			7,00	9,55	12,83
			7,30	11,45	13,12
			17,90	23,70	23,34
			10,75	19,60	16,45
			7,85	10,90	13,65
			25,90	29,00	29,74
			15,50	23,15	19,06

Hymenoptera	Apidae	Comprimento da asa	19,40	21,95	23,06
			24,50	28,00	28,30
			18,50	20,00	22,14
			12,45	11,00	15,93
			10,00	12,50	13,41
			16,85	22,45	20,44
			17,60	17,50	21,22
			8,30	11,25	11,66
			8,80	13,30	12,18
			9,10	11,20	12,49
Hymenoptera	Apidae	Comprimento da asa	8,85	10,40	12,23
			8,60	10,75	11,97
			8,45	10,50	11,82
			7,95	9,80	11,30
			7,30	8,00	10,64
			7,75	10,60	11,10
			8,50	10,30	11,92
			7,70	10,80	11,05
Hymenoptera	Apidae	Comprimento da asa	8,95	12,30	12,33
			3,70	11,20	6,94
Hymenoptera	Apidae	Largura da cabeça	9,80	29,00	29,78
			6,80	23,15	21,05
			6,45	21,95	20,03
			7,95	28,00	24,40
			4,15	20,00	13,34
			4,30	11,00	13,79
			3,55	12,50	11,59
			5,65	22,45	17,70
			4,60	17,50	14,65
			3,40	11,25	11,60
			4,80	13,30	15,23
			3,30	11,20	10,87
			3,25	10,40	10,72
			3,15	10,75	10,43
			3,65	10,50	11,88
			3,25	9,80	10,72
			2,50	8,00	8,54
			2,95	10,60	9,85
			3,60	10,30	11,74
			3,30	10,80	18,87
			4,00	12,30	12,90
			3,55	11,20	11,5
Hymenoptera	Formicidae	Largura da cabeça	4,90	20,75	19,37
			2,75	17,00	11,63
			2,60	17,65	11,09
			4,30	26,60	17,21
			4,80	22,95	19,01
			4,05	16,90	16,31
			3,00	15,65	12,53
			2,25	10,80	9,83
Hymenoptera	Formicidae	Largura da	2,75	12,70	11,63
			4,05	12,00	16,31
			2,45	13,00	10,55
			3,30	10,10	13,51
			2,20	9,65	9,65
			3,85	12,75	15,59
			3,45	12,50	14,15

Hymenoptera	Formicidae	cabeça	1,85	7,50	8,39
			5,00	10,25	19,73
			1,75	6,90	8,03
			1,80	7,20	8,71
			1,25	5,40	6,23
			1,80	6,55	8,21
			2,25	7,00	9,83
		Largura da cabeça	1,10	5,50	5,69
			1,95	7,20	8,75
			1,80	7,95	8,21
			1,85	8,30	8,39
			4,90	15,75	19,37
			2,50	9,40	10,73
Hymenoptera	Vespidae	Largura da cabeça	3,85	10,50	18,45
			3,35	15,80	16,13
			3,45	16,85	16,59
			3,60	17,15	17,29
			3,55	19,55	17,06
			3,50	18,50	16,83
			3,35	18,90	16,13
			3,60	20,45	17,29
			3,50	12,85	16,83
			3,40	13,30	16,36
			3,05	19,20	14,74
			2,40	8,75	11,73
			2,40	10,10	11,73
			2,20	10,10	10,80
			2,35	9,65	11,50
			2,45	8,60	11,96
			4,45	25,50	21,23
Hymenoptera	Vespidae	Largura da cabeça	3,15	16,90	15,20
			3,70	18,25	17,75
			2,25	10,65	11,04
			2,55	14,50	12,43
			2,40	9,00	11,73
			3,80	19,90	18,22
			3,40	16,00	16,36
			3,10	14,70	14,98
			2,30	12,45	11,27
			1,05	10,20	5,48
			3,00	13,40	14,51
			3,25	13,65	15,67
			2,40	10,10	11,73
Hymenoptera	Vespidae	Comprimento da asa	8,30	8,95	10,74
			8,55	11,20	10,96
			17,20	15,70	18,45
			18,15	18,50	19,28
			17,85	18,55	19,02
			17,90	19,10	19,06
			16,80	16,60	18,11
			8,55	12,15	10,96
			16,90	18,35	18,19
			16,90	19,35	18,19
			6,25	8,75	8,97
			15,35	25,50	16,85
			7,30	10,75	9,88
			8,00	10,10	10,48

Hymenoptera	Vespidae	Comprimento da asa	11,00	19,90	13,08
			17,85	18,10	19,02
			17,75	20,15	18,93
			14,90	17,45	16,46
			17,00	20,00	18,28
			15,00	18,65	16,55
			11,60	12,70	13,06
			12,25	14,00	14,16
			16,75	18,65	18,06
			9,90	12,00	12,13
Hymenoptera	Vespidae	Comprimento da asa	8,25	9,85	10,70
			9,85	11,05	12,09
			2,55	18,75	5,76
Lepidoptera	Geral	Largura da cabeça	2,72	14,65	21,09
			4,65	24,55	21,65
			5,00	22,00	28,86
			6,65	46,55	34,56
Lepidoptera	Geral	Largura da cabeça	5,70	35,70	31,28
			4,00	28,45	25,40
			9,50	38,80	44,40
			3,70	29,80	24,37
			5,50	34,80	30,60
			4,45	19,35	29,96
			3,30	16,60	22,99
			3,00	16,90	21,95
			2,50	21,90	20,22
			2,00	20,75	18,50
			3,05	22,55	22,13
			2,90	21,00	21,61
			3,00	27,50	21,95
			1,70	23,70	17,46
			2,80	26,00	21,26
			3,20	24,50	22,64
			4,15	25,90	25,93
			2,95	16,45	21,78
			3,30	16,50	22,99
			4,00	27,60	25,41
			4,10	21,45	25,75
			4,45	30,00	26,96
			4,00	25,25	25,41
			6,50	29,05	34,04
			6,75	36,10	34,90
			6,60	32,00	34,39
			2,75	24,95	21,09
			5,50	35,65	30,59
			7,65	41,75	30,05
			2,45	15,90	20,05
			4,00	16,85	25,40
			3,95	23,00	25,23
			3,85	23,95	24,89
			4,50	17,40	27,13
			8,80	49,05	41,99
			10,25	60,80	46,99
			7,80	50,50	38,53
			6,70	32,60	34,73
			6,50	41,60	34,04
			19,45	14,65	17,09

Lepidoptera	Geral	Comprimento da asa	33,85	24,55	23,93
			25,25	22,00	19,84
			68,95	46,55	40,59
			54,15	35,70	35,56
			40,00	28,45	26,85
			52,60	38,80	32,83
			41,90	29,80	27,75
			62,75	34,80	37,64
			22,75	19,35	18,66
			16,65	16,60	17,19
			19,95	16,90	17,33
			31,50	21,90	22,81
			29,30	20,75	21,77
			33,35	22,55	23,69
			27,40	21,00	20,87
			33,45	27,50	23,74
			33,75	23,70	23,88
			36,95	26,00	25,41
			33,50	24,50	23,76
			34,80	25,90	24,38
			24,95	16,45	19,70
Lepidoptera	Geral	Comprimento da asa	27,95	16,50	21,13
			39,05	27,60	26,40
			37,70	21,45	25,76
			49,90	30,00	31,55
			35,35	25,25	24,64
			61,90	29,05	27,24
			74,65	36,10	42,30
			61,40	32,00	37,01
			33,95	24,95	23,98
			51,35	35,65	32,23
			67,95	41,75	40,12
			13,85	15,90	14,43
			24,65	16,85	19,56
			45,95	23,00	29,67
			33,30	23,95	23,67
			16,65	17,40	15,76
			59,15	49,05	35,94
			66,10	60,80	39,24
			46,65	50,50	30,00
			31,00	32,60	22,57
			30,00	41,60	22,10
Mantodea	Geral	Largura da cabeça	9,00	8,90	81,17
			6,40	51,50	47,29
			6,35	53,90	46,64
			6,60	52,70	49,90
			4,45	24,90	21,88
			5,30	28,40	32,96
			5,70	32,20	38,17
			6,50	41,15	48,59
Mantodea	Geral	Comprimento da asa	32,45	38,95	45,07
			41,90	43,50	57,09
			12,00	20,45	19,08
			19,90	32,20	29,12
			53,55	73,70	68,33
			59,90	81,10	76,51
			36,90	52,85	46,89

Odonata	Geral	Comprimento da asa	21,30	21,50	26,81
			20,00	21,40	25,13
			38,40	44,70	48,82
			39,00	55,60	49,60
			32,45	34,60	41,16
			43,45	50,70	55,33
			47,20	69,45	60,16
Odonata	Geral	Comprimento da asa	39,10	46,20	49,73
			42,75	47,20	54,43
			26,95	22,20	34,08
Odonata	Geral	Largura da cabeça	9,95	73,70	61,04
			12,00	81,10	71,01
			7,70	52,85	50,10
			3,00	21,50	27,24
			3,70	21,40	30,65
			8,00	44,70	51,56
			7,60	55,60	49,61
Odonata	Geral	Largura da cabeça	5,80	34,60	40,86
			7,75	50,70	50,34
			10,20	69,45	62,26
			7,15	46,20	47,42
			7,80	47,20	50,59
			4,60	22,20	35,02
Orthoptera	Acrididae	Comprimento do fêmur	48,00	96,95	106,74
			49,00	99,25	109,78
			43,85	90,70	94,11
			29,75	62,20	51,22
			36,00	71,50	70,23
			46,00	99,05	100,65
Orthoptera	Acrididae	Largura do tórax	16,00	96,95	88,04
			17,00	99,25	92,97
			15,45	90,70	85,34
			10,30	62,20	59,97
			12,20	71,50	69,33
			17,20	99,05	93,95
Orthoptera	Gryllotalpidae	Comprimento do fêmur	8,00	28,30	21,93
			9,00	22,75	24,37
Orthoptera	Gryllotalpidae	Largura do tórax	5,80	28,30	26,55
			5,70	22,75	26,02
Orthoptera	Outro	Comprimento do fêmur	24,40	56,70	36,25
			33,70	33,50	49,73
			34,60	75,00	51,03
			13,80	23,95	20,89
			19,00	21,15	28,42
			26,06	54,50	38,65
			18,00	31,25	26,97
			9,00	16,20	13,93
			19,20	34,10	28,71
			8,45	30,40	13,13
			14,30	29,40	21,61
			13,90	24,30	21,03
			27,60	40,55	40,89
			31,00	50,55	45,81
			10,30	18,00	15,81
			29,65	65,35	43,86
			11,60	15,90	17,70
			15,00	12,90	22,63

Orthoptera	Outro	Comprimento do fêmur	15,00	21,60	22,63
			22,90	28,30	34,07
			15,55	20,80	23,42
			13,50	29,70	20,45
			12,80	16,50	19,44
			12,65	16,95	19,22
			13,00	18,50	19,73
			26,60	22,50	39,44
			19,00	21,15	28,42
			28,08	45,35	41,58
			27,50	31,40	40,74
			30,65	33,60	45,31
			28,00	32,65	41,47
			29,00	32,30	42,92
			21,10	36,35	31,47
			31,65	35,00	46,76
			30,10	33,30	44,51
			24,10	44,25	35,81
Orthoptera	Outros	Largura do tórax	7,85	56,70	36,71
			9,40	33,50	41,10
			12,85	75,00	50,88
			7,35	23,95	35,29
			6,50	21,15	32,89
			8,65	54,50	38,98
			6,60	31,25	33,17
			4,00	16,20	25,80
			6,70	34,10	33,45
			7,10	30,40	34,58
			4,60	29,40	27,50
			5,65	24,30	30,48
			8,60	40,55	38,83
			10,00	50,55	42,80
			3,15	18,00	23,39
			6,65	63,35	33,31
			4,65	15,90	27,64
			3,20	12,90	23,53
			6,00	21,60	31,50
			5,70	28,30	30,62
			6,70	20,80	33,45
			6,40	29,70	32,60
			5,20	16,50	29,20
			4,00	16,95	25,80
			3,30	18,50	28,82
			6,70	22,50	33,45
			6,50	21,15	32,89
			8,50	45,35	38,55
			7,20	31,40	34,87
			8,80	33,60	39,40
			11,00	32,65	45,64
			10,00	32,30	42,80
			6,75	36,35	33,59
			8,05	35,00	37,28
			9,35	33,30	40,96
			6,20	44,25	32,04
			43,00	100,25	76,60
			43,75	94,90	78,09
			35,70	64,85	62,18

Orthoptera	Geral	Comprimento do fêmur	31,20	50,00	53,29
			46,00	99,05	82,53
			42,20	89,70	75,02
			9,40	32,50	10,21
			12,00	29,80	15,35
			29,10	25,70	49,14
			29,00	35,10	48,94
			33,90	31,00	58,62
			30,00	30,70	50,92
			29,65	35,90	50,22
			15,10	12,10	21,47
			19,10	31,50	29,38
			13,65	34,90	18,61
			13,80	23,95	18,90
			12,50	23,00	16,33
			19,00	21,15	29,18
			13,00	31,75	17,32
			17,35	26,60	25,92
			15,00	26,00	21,28
			8,45	30,40	8,33
			14,20	24,55	19,69
			30,25	64,70	51,41
Orthoptera	Geral	Comprimento do fêmur	26,60	47,70	44,20
			10,00	14,70	11,40
			9,40	14,30	10,21
			8,85	13,00	9,12
			8,05	12,45	7,54
			24,00	42,50	39,06
			17,20	20,00	25,63
			22,50	26,90	36,10
			14,90	15,00	21,08
			15,00	21,60	21,28
			32,00	28,30	54,87
			15,55	20,80	22,36
			13,00	18,50	17,32
			28,08	45,35	47,12
			27,50	31,40	45,98
			28,00	32,65	46,96
			29,00	32,3	48,94
			28,55	31,40	48,05
			30,06	31,70	52,10
Orthoptera	Geral	Largura do tórax	17,00	100,25	83,69
			15,80	94,90	78,01
			11,25	64,85	56,48
			10,00	50,00	50,56
			17,20	99,05	84,64
			16,55	89,70	81,56
			6,00	32,50	31,63
			7,00	29,80	36,36
			8,70	25,70	44,40
			10,70	35,10	53,87
			9,90	31,00	50,09
			10,00	30,70	50,56
			10,70	35,90	53,87
			4,75	12,10	25,71
			5,50	31,50	29,26
			7,60	34,90	39,20

Orthoptera	Geral	Largura do tórax	7,35	23,95	38,01
			4,50	23,00	24,53
			6,50	21,15	33,99
			6,20	31,75	32,57
			5,20	26,60	27,84
			4,00	26,00	22,16
			7,1	30,40	36,83
			4,25	24,55	23,34
			9,55	64,70	48,43
			10,75	47,70	54,11
			3,80	14,70	21,21
			3,70	14,30	20,74
			3,00	13,00	17,43
			3,10	12,45	17,90
			6,60	42,50	34,47
			6,95	20,00	36,12
			5,15	26,90	27,60
			4,75	15,00	25,71
			6,00	21,60	31,63
			10,30	28,30	51,98
			6,70	20,80	34,94
			3,30	18,50	18,85
			8,50	45,35	43,46
			7,20	31,40	37,31
			11,00	32,65	55,29
			10,00	32,30	50,56
			10,00	31,40	50,56
			10,90	31,70	54,82

Apêndice B: Banco de dados utilizado para teste e validação para formula de largura para insetos Neotropicais.

Ordem	Família	Fragmento (X1 ou X2)	Comprimento do traço (fragmento)	Comprimento total do corpo (Observado)	Comprimento estimado
Blattodea	Blattaria	Comprimento do fêmur	11,45	12,90	12,93
			11,70	12,75	13,10
			5,40	6,90	8,76
			9,40	12,30	11,52
			10,95	11,50	12,58
Blattodea	Blattaria	Largura da asa	10,50	12,10	12,41
			10,75	11,75	12,48
			9,80	12,90	12,23
			9,30	11,50	12,09
Diptera	Geral	Largura da asa	3,45	4,65	3,82
			2,80	2,91	3,19
			4,25	4,75	4,59
			3,70	4,95	4,06
			3,80	6,05	4,16
			4,10	4,30	4,45
			3,75	4,00	4,11
			3,30	4,40	3,67
			2,60	2,90	2,99
			3,25	3,85	2,62
			3,00	3,45	3,38
			2,15	2,25	2,56
			4,35	3,15	4,69
			4,85	3,70	5,18
			3,30	3,45	3,68
			3,00	3,30	3,38
			1,85	2,30	2,27
			5,25	4,90	5,56
			2,20	2,00	2,61
			3,50	2,95	3,87
			2,45	2,20	2,85
			3,00	2,45	3,38
			3,85	3,60	4,21
Hymenoptera	Geral (Hymenoptera não Formicidae)	Comprimento da asa	27,30	14,6	10,49
			17,85	9,00	6,71
			16,40	9,20	6,14
			21,60	10,00	8,21
			26,45	12,75	10,15
			17,60	6,00	6,62
			16,85	6,60	6,32
			7,80	3,85	2,71
			8,30	4,50	2,90
			8,85	3,95	3,12
			8,80	5,60	3,10
			9,00	4,00	3,18
			7,85	3,00	2,72
			8,60	3,75	3,02
			8,20	4,00	2,89
			8,85	4,1	3,12
			8,40	4,0	2,94
			7,95	3,70	2,76

Hymenoptera	Geral (Hymenoptera não Formicidae)	Comprimento da asa	9,10	3,30	3,22
			6,75	2,00	2,29
			6,75	2,00	2,29
			8,60	2,00	3,02
			4,70	3,80	1,47
			8,30	4,55	2,90
			8,40	3,00	2,94
			11,00	3,85	3,98
			20,65	3,30	7,83
			16,00	4,35	5,98
			18,00	3,25	6,77
			18,15	3,25	6,83
			17,85	3,35	6,72
			17,90	3,25	6,74
			17,00	3,00	6,38
			12,40	3,10	4,54
			8,55	2,70	3,00
			9,00	1,60	3,18
			6,95	2,00	2,37
			10,80	3,10	3,90
			6,90	2,20	2,35
			7,15	1,90	2,45
			15,50	3,25	5,79
			11,00	3,00	3,98
			17,85	3,50	6,71
			12,00	2,85	4,38
			11,40	3,50	4,14
			17,00	2,95	6,38
			14,55	5,15	5,40
			6,55	1,35	2,21
			6,90	1,55	2,35
			14,75	4,45	5,48
			12,85	12,25	4,72
Hymenoptera	Apidae	Comprimento da asa	25,90	14,75	13,09
			15,50	9,90	7,90
			19,40	9,65	9,85
			24,50	12,00	12,39
			18,50	9,95	9,40
			12,45	5,00	6,38
			10,00	4,25	5,16
			16,85	6,60	8,58
			17,60	8,50	8,95
			8,30	3,85	4,31
			8,80	5,60	4,56
			9,10	3,85	4,71
			8,85	4,10	4,59
			8,60	3,80	4,46
			8,45	4,00	4,39
			7,95	4,25	4,14
			7,30	2,65	3,81
			7,75	4,00	4,04
			8,55	3,90	4,14
			7,70	4,20	4,13
			8,95	4,15	4,64
			3,70	3,85	2,02
			9,80	14,75	13,09
			6,80	9,90	8,74

Hymenoptera	Apidae	Largura da cabeça	6,45	9,65	8,24
			7,95	12,00	10,39
			4,15	9,95	4,95
Hymenoptera	Apidae	Largura da cabeça	4,30	5,00	5,16
			3,55	4,25	4,09
			5,65	6,60	7,10
			4,60	8,50	5,59
			3,40	3,85	3,87
			4,80	5,60	5,88
			3,30	3,85	3,73
			3,25	4,10	5,66
			3,15	3,80	3,51
			3,65	4,00	4,23
			3,25	4,25	3,66
			2,50	2,65	2,59
			2,95	4,00	3,23
			3,60	3,90	4,16
			3,30	4,20	3,73
			4,00	4,15	4,73
			3,55	3,85	4,09
Hymenoptera	Vespidae	Comprimento da asa	8,30	3,00	2,61
			8,55	3,95	2,66
			17,20	2,95	4,23
			18,15	3,30	4,40
			17,85	3,35	4,35
			17,90	3,25	4,35
			16,80	3,00	4,16
			8,55	2,70	2,66
			16,90	3,15	4,17
			16,90	2,70	4,17
			6,25	1,95	2,24
			15,35	3,65	3,89
			7,30	2,00	2,44
			8,00	1,95	2,56
			11,00	3,00	3,10
			17,85	3,50	4,35
			17,75	3,30	4,33
			14,90	3,85	3,81
			17,00	2,95	4,19
			15,00	2,40	3,83
			11,60	2,75	3,21
			12,25	3,20	3,33
			16,75	2,15	4,15
			9,90	2,05	2,90
			8,25	1,40	2,60
			9,85	2,15	2,89
			2,55	2,65	1,57
Mantodea	Geral	Comprimento da asa	41,90	4,50	5,89
			52,50	10,50	8,41
			56,70	9,000	9,40
Odonata	Geral	Comprimento da asa	53,55	7,80	7,70
			59,90	9,60	8,64
			36,90	6,00	5,24
			21,30	4,20	2,94
			20,00	2,70	2,75
			38,40	6,20	5,47
			39,00	6,75	5,55

			32,45	4,10	4,59
			43,45	6,35	6,21
			47,20	8,95	6,76
Odonata	Geral	Comprimento da asa	39,10	5,70	5,57
			42,75	6,45	6,11
			26,95	4,50	3,77
Odonata	Geral	Largura da cabeça	9,95	7,80	5,95
			12,00	9,60	7,06
			7,70	6,00	4,74
			3,00	4,20	2,20
			3,70	2,70	2,58
			8,00	6,20	4,90
			7,60	6,75	4,68
			5,80	4,10	3,71
			7,75	6,35	4,76
			10,20	8,95	6,08
			7,15	5,70	4,44
			7,80	6,45	4,79
			4,60	4,5	3,07
Orthoptera	Geral	Comprimento do fêmur	43,00	17,00	14,18
			43,75	15,80	14,43
			35,70	11,25	11,69
			31,20	10,00	10,16
			46,00	17,20	15,20
			42,20	16,55	13,90
			9,40	6,00	2,75
			12,00	7,00	3,64
			29,10	8,70	9,45
			29,00	1,70	9,42
			33,90	9,90	11,08
			30,00	10,00	9,76
			29,65	10,70	9,64
			15,10	4,75	4,69
			19,10	5,50	6,05
			13,65	7,60	4,20
			13,80	7,35	4,25
			12,50	4,50	3,81
			19,00	6,50	6,01
			13,00	6,20	3,98
			17,35	5,20	5,45
			15,00	4,0	4,66
			8,45	7,10	2,43
			14,20	4,25	4,38
			30,25	9,55	9,84
			26,60	10,75	8,60
			10,00	3,80	2,95
			9,40	3,70	2,75
			8,85	3,00	2,56
			8,05	3,10	2,29
			24,00	6,60	7,72
			17,20	6,95	5,40
			22,50	5,15	7,21
			14,90	4,75	4,62
			15,00	6,00	4,66
			32,00	10,30	10,44
			15,55	6,70	4,84
			13,00	3,30	3,98

			28,08	8,50	9,10
			27,50	7,20	8,91
			28,00	11,00	9,08
Orthoptera	Geral	Comprimento do fêmur	29,00	10,00	9,42
			28,55	10,00	9,26
			30,60	10,90	9,96
Orthoptera	Acrididae	Comprimento do fêmur	48,00	16,00	18,95
			49,00	17,00	19,47
			43,85	15,45	16,78
			29,75	10,30	9,41
			36,00	12,20	12,68
			46,00	17,20	17,9
Orthoptera	Gryllotalpidae	Comprimento do fêmur	8,00	5,80	4,89
			9,00	5,70	5,38
Orthoptera	Outros	Comprimento do fêmur	24,40	7,85	7,55
			33,70	9,40	10,31
			34,60	12,85	10,58
			13,80	7,35	4,40
			19,00	6,50	5,94
			26,06	8,65	8,04
			18,00	6,60	5,65
			9,00	4,00	2,97
			19,20	6,70	6,00
			8,45	7,10	2,81
			14,30	4,60	4,55
			13,90	5,65	4,43
			27,60	8,60	8,50
			31,00	10,00	9,51
			10,30	3,15	3,36
			29,65	6,65	9,11
			11,60	4,65	3,74
			15,00	3,20	4,76
			15,00	6,00	4,76
			22,90	5,70	7,10
			15,55	6,70	4,92
			13,50	6,40	4,31
			12,80	5,20	4,10
			12,65	4,00	4,06
			13,00	3,30	4,16
			26,60	6,70	8,20
			19,00	6,50	5,94
			28,08	8,50	8,64
			27,50	7,20	8,47
			30,65	8,80	9,41
			28,00	11,00	8,62
			29,00	10,00	8,92
			21,10	6,75	6,57
			31,65	8,05	9,70
			30,10	9,35	9,24
			24,10	6,2	7,46

ANEXO

Anexo A: Tabela de fórmulas de regressão proposta por Hirai & Matsui (2001).

TABLE 1. Relationships between size of body parts (X in mm) and total body length (Y) of arthropods. X is a corresponding part of body actually measured.

Prey taxa	Formula	X	r^2	N
Ants	Y=4.75X-0.62	X1:Head width	.844	705
Wasps	Y=3.92X+0.73	X1:Head width	.923	39
	Y=1.14X -0.05	X2:Forewing length	.898	23
Larval wasps	Y=5.37X+1.64	X1:Body segment width	.561	52
Ground beetles	Y=2.45X+0.68	X1:Abdomen width	.823	86
Rove beetles	Y=4.57X+0.73	X1:Abdomen width	.810	23
Scarab beetles	Y=1.91X-0.50	X1:Abdomen width	.944	51
Click beetles	Y=3.18X+0.39	X1:Abdomen width	.853	49
Leaf beetles	Y=1.20X+1.96	X1:Abdomen width	.689	32
Snout beetles	Y=2.01X+0.57	X1:Abdomen width	.914	149
Fruit flies	Y=3.57X-0.10	X1:Thorax width	.781	64
	Y=1.08X+0.48	X2:Forewing length	.876	26
Crane flies	Y=5.76X+0.82	X1:Thorax width	.823	160
	Y=0.92X+0.52	X2:Forewing length	.910	52
Moths	Y=2.44X+3.62	X1:Thorax width	.679	44
Caterpillers	Y=4.66X+5.23	X1:Body segment width	.732	272
Pentatomid bugs	Y=1.94X-0.28	X1:Thorax width	.910	51
Reduviid bugs	Y=3.79X-0.17	X1:Abdomen width	.925	13
Water striders	Y=3.58X+2.08	X1:Thorax width	.474	36
Leafhoppers	Y=3.01X+0.32	X1:Thorax width	.935	15
Earwigs	Y=3.66X+3.86	X1:Abdomen width	.814	24
Grasshoppers	Y=7.74X-4.74	X1:Thorax width	.924	28
	Y=1.75X+0.97	X3:Femur length	.943	15
Grouse locusts	Y=3.21X-1.05	X1:Thorax width	.794	30
	Y=2.64X-5.14	X3:Femur length	.856	8
Crickets	Y=3.25X+1.29	X1:Thorax width	.859	11
	Y=1.35X+1.35	X3:Femur length	.943	9
Spiders	Y=2.30X+1.21	X1:Prosoma width	.719	484
Woodlice (Oniscidae)	Y=2.00X+1.38	X1:Body segment width	.870	176
Woodlice (Armadilliidae)	Y=2.06X+0.94	X1:Body segment width	.835	61
Millipedes	Y=9.62X-0.57	X1:Body segment width	.852	64
Centipedes	Y=11.30X-0.86	X1:Body segment width	.863	14