

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME APARECIDO ROSA

**Análise da Variação Morfológica em *Dipsas mikanii* (Schlenger, 1837)
(Squamata: Dipsadidae) no Estado do Paraná**

CURITIBA

2023

GUILHERME APARECIDO ROSA

Análise da Variação Morfológica em dormideira, *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) (Squamata: Dipsadidae) no Estado do Paraná

Trabalho de Monografia apresentado como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, pelo curso de Ciências Biológicas, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Fabricius M. C. B. Domingos

Coorientador: Julio C. Moura-Leite;

CURITIBA

2023

RESUMO

O reconhecimento de padrões de variação morfológica é um dos temas mais antigos dentro da grande área da biogeografia, auxiliando na interpretação e reconhecimento de importantes processos ecológicos e evolutivos que moldaram a biodiversidade que observamos atualmente. No presente trabalho, buscamos entender os padrões de variação da morfologia externa de indivíduos da serpente conhecida popularmente como dormideira, jararaquinha, papa-lesma, cujo a espécie é a *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) (Squamata: Dipsadidae) no Estado do Paraná. Para tanto, predizemos que a espécie possui dimorfismo sexual, e que existem variações morfológicas ao longo de sua distribuição entre os planaltos paranaenses. O material analisado está depositado na coleção herpetológica do Museu de História Natural do Capão da Imbuia (MHNCI). O dimorfismo foi evidenciado através de análises de variância, sendo necessário separar os indivíduos por sexo em análises posteriores. As análises buscaram identificar padrões de variação morfológica dos indivíduos distribuídos em diferentes planaltos, sendo possível chegar a duas conclusões: os 1) existe maior variação morfológica em fêmeas do que em machos e; 2) a variação morfológica entre os planaltos é principalmente associada aos padrões de bandejamento do corpo e escamas da cauda.

Palavras-chave: Biogeografia, Foliose, Morfologia, Planaltos Paranaenses.

ABSTRACT

The recognition of morphological variation patterns is one of the oldest topics in the area of biogeography, helping in the interpretation and recognition of important ecological and evolutionary processes that shaped current biodiversity. In this work, we sought to understand the patterns of variation in the external morphology of the snake popularly known as sleeper, small viper, papa-slug, whose species is *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) (Squamata: Dipsadidae) in the state of Paraná. To this end, we predicted that the species will have sexual dimorphism, and that morphological variations will be observed along its distribution in the Paraná plateaus. The analyzed material is deposited in the herpetological collection of the Capão da Imbuia Museum of Natural History (MHNCI). Dimorphism was tested by analysis of variance, leading us to separate individuals by sex in further analyses. The analyses sought to identify patterns of morphological variation of individuals distributed on different plateaus. We reached two main conclusions: 1) there is more morphological variation in females than in males, and 2) morphological variation between plateaus is mainly associated with body banding patterns and tail pholidosis variation.

Keywords: Biogeography, Pholidosis, Morphology, Plateaus of Paraná.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Mapa do Paraná com delimitação dos planaltos utilizados neste trabalho. Da direita para a esquerda: litoral, primeiro planalto, segundo planalto e terceiro planalto. Fonte: Caramoni, L. R., 2023.....12
- Figura 2:** Vista lateral esquemática da cabeça de um Colubridae, mostrando as placas cefálicas Fonte: Adaptado de FERRAREZZI, H.; MONTEIRO, A. E. G. ...15
- Figura 3:** Vista ventral esquemática da cabeça de um Colubridae, mostrando as placas cefálicas Fonte: FERRAREZZI, H.; MONTEIRO, A. E. G.15
- Figura 4:** A) Vista ventral esquemática das placas ventrais inteiras, placa anal inteira e subcaudais divididas, como ocorre na espécie *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837); B) Vista dorsal esquemática das placas dorsais com 15 fileiras de escamas. Fonte: Adaptado de FERRAREZZI, H.; MONTEIRO, A. E. G.16
- Figura 5:** Aspecto geral da vista ventral de exemplar fixado de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837). (MHNCI 17085 - Fêmea). O indivíduo possui as seguintes medidas de corpo, Comprimento rostro anal = 485 milímetros e comprimento da cauda = 111 milímetros.....17
- Figura 6:** Aspecto geral da vista dorsal de exemplar fixado de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) (MHNCI 17085 - Fêmea). O indivíduo possui as seguintes medidas de corpo, Comprimento rostro anal = 485 milímetros e comprimento da cauda = 111 milímetros.....17
- Figura 7:** Aspecto geral da cabeça de exemplar fixado de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) (MHNCI - 3898 - Fêmea). O indivíduo possui a seguinte medida da cabeça, comprimento = 12,68 milímetros e largura = 6,5818
- Figura 8:** Localização geográfica dos espécimes analisados, no escopo dos planaltos paranaenses. Da direita para esquerda litoral, primeiro, segundo e terceiro planaltos. Fonte: Adaptado de Caramoni, L. R., 2023.21
- Figura 9:** Boxplots indicando a distribuição geral dos caracteres morfológicos de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) no Estado do Paraná, separados por sexo e planaltos (VV= número de escamas ventrais; SC= número de escamas subcaudais; IL= número de escamas infralabiais; IL1M= número de Infralabiais em contato com a primeira mentoniana; Lor= formato da placa, sendo Quadrada (1) quando altura e largura semelhantes, ou Longa (2) quando altura menor que largura; GMIL = número de escamas Gulares que toquem da última mentoniana até a última infralabial; largura

das bandas dorsais do corpo (número de escamas); nBDCor = número de bandas dorsais na cauda).....22

Figura 10: (continuação) Boxplots indicando a distribuição geral dos Caracteres morfológicos de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) no Estado do Paraná, separados por sexo e planaltos (nBDCau = Número de bandas dorsais na cauda; Comprimento da Cabeça; Largura da cabeça; Diâmetro do olho; Distância entre os olhos; Distância olho-rostro; Distância frontal-rostro).....23

Figura 11: (continuação) Boxplots indicando a distribuição geral dos Caracteres morfológicos de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) no Estado do Paraná, separados por sexo e planaltos (Comprimento da placa parietal; Largura da placa Parietal; Comprimento da placa Frontal; Largura da placa Frontal; Comprimento da banda dorsal do corpo; CRA= Comprimento rostro anal; Comprimento da cauda). .24

Figura 12: Dendrograma com os agrupamentos formados, estando em amarelo todos os indivíduos do segundo planalto, e em azul todos os indivíduos do extremo oeste. Os cortes de árvores são representados pelos boxes em verde.....27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Espécimes analisados e seus respectivos caracteres merísticos e morfométricos. A ausência do dado está representada pela sigla NA.20

Tabela 2: Estatísticas descritivas de fêmeas de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) no Estado do Paraná. Os dados são apresentados de forma separada por planaltos.26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	HISTÓRICO TAXONÔMICO	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1	Área de estudo	11
3.2	Coleta de dados	12
3.2.1	Caracteres Morfológicos	13
3.3	Análise dos dados	18
4	RESULTADOS.....	19
4.1	Dados coletados.....	19
4.2	Análise de variância multivariada (MANOVA)	24
4.3	Teste de Levene.....	25
4.4	Análise de Cluster	26
5	DISCUSSÃO.....	27
6	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	32

1 INTRODUÇÃO

Estudos sobre variações morfológicas associadas à distribuição geográfica são importantes para a compreensão dos processos e descrição dos padrões evolutivos dentro de uma linhagem (GOULD; JOHNSTON, 1972). Estes estudos, expandem não apenas o conhecimento associado às espécies estudadas, mas também na identificação de padrões acerca de variações morfológicas ao longo da distribuição geográfica de diferentes grupos de organismos e suas associações ecológicas e biogeográficas. Adicionalmente elucidam polimorfismos e dimorfismo sexual, fornecendo informações mais amplas acerca do nosso conhecimento da biodiversidade de determinada região (PASSOS; PRUDENTE, 2012).

A evolução das variações morfológicas está, muitas vezes, intimamente associada a processos seletivos resultantes de fatores ambientais ou climáticos. A exposição das linhagens a diferentes fatores ambientais pode contribuir para uma maior variabilidade intraespecífica, potencialmente resultando em adaptações locais (BRIDLE; VINES, 2007). A ocorrência destas variações morfológicas intraespecíficas é geralmente denominada polimorfismo, estando muitas vezes associadas a padrões de coloração, incluindo diferentes cores e formas como pontos, listras ou bandas (RECODER et al., 2014).

Linhagens com maior tempo de divergência tendem a apresentar maior grau de polimorfismo, devido ao tempo envolvido para acumular mutações (MISSASSI, 2014). Elevado grau de polimorfismo também pode ocorrer em linhagens com distribuição geográfica ampla, possivelmente resultante da maior variedade de habitats e microhabitats experimentados por essas linhagens (MCLEAN; STUART-FOX, 2014; MISSASSI, 2014). A ampla distribuição geográfica e ocupação desses habitats, muitas vezes é decorrente da capacidade das espécies em responder as variadas pressões seletivas em ambientes distintos. Por exemplo, a coloração a base de melanina está associada com adaptações a climas quentes, aumentando assim sua frequência em direção ao equador (MCLEAN; STUART-FOX, 2014). Alternativamente, animais ectotérmicos podem se tornar mais melânicos em climas frios, aumentando assim a temperatura corporal de maneira mais eficiente (MCLEAN; STUART-FOX, 2014). Quando os padrões morfológicos são vantajosos e/ou de frequência relativamente alta, tendem a permanecer na população, de modo que

duas, três ou mais formas distintas de variação morfológica possam ser vistas em uma mesma ninhada (MISSASSI, 2014). Quanto mais polimórfica a espécie, maior sua tolerância às variações ambientais, e consequentemente, menor a chance de extinção (MCLEAN; STUART-FOX, 2014).

Serpentes são organismos que apresentam uma grande diversidade polimórfica e sua coloração está intrinsecamente relacionada com sua sobrevivência. A coloração em serpentes pode servir como proteção contra predação (camuflagem e sinal de advertência) e termorregulação, sendo excelentes modelos para o estudo da evolução de padrões de coloração. O Brasil é o terceiro país com maior riqueza de répteis do mundo, possuindo 430 espécies de serpentes, das quais 165 são endêmicas do território brasileiro (COSTA; GUEDES; BÉRNILS, 2022). Quando nos referimos à riqueza de serpentes das unidades Federativas do Brasil, temos o Mato Grosso com maior riqueza de espécies, com 165 espécies, sendo que o Paraná ocupa o oitavo lugar, com 116 espécies. A espécie *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) é uma das espécies cisandinas de distribuição mais ampla, distribuindo-se pela Serra do Mar com registros em áreas florestais e nos cerrados das bacias do Alto Paraná, Alto São Francisco e Alto Tocantins (ALBUQUERQUE; FERRAREZZI, 2004; SOUZA, 2016), sendo uma excelente candidata para o estudo de coloração em serpentes. Além do Paraná, é registrada em SP, MG, ES, BA, AL e em outras 10 unidades federativas (COSTA; GUEDES; BÉRNILS, 2022).

Levando em consideração a ampla distribuição de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) ao longo do estado do Paraná, bem como os diferentes microclimas e sub-regiões biogeográficas que ocupa, é possível que a variação morfológica da espécie esteja relacionada com as variáveis ambientais e uma possível variação clinal dentro do estado. Assim, estudar tal variação pode contribuir para o conhecimento acerca da biodiversidade da espécie, bem como dos padrões biogeográficos da Mata Atlântica, um dos biomas mais diversos e ricos em endemismo e extremamente ameaçado, composto por fragmentos em diferentes graus de conservação (TABARELLI et al., 2005). Assim, esse trabalho visou analisar a variação de caracteres morfológicos e morfométricos em *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) e identificar padrões geográficos em diferentes regiões do estado do Paraná. Nossos objetivos foram 1) identificar padrões morfológicos associados às variações biogeográficas do Estado (Planaltos - ver descrição no MM) e, 2) identificar possíveis variações intrínsecas à espécie. Para

cumprir esses objetivos, nós propusemos duas hipóteses: 1) existem diferenças morfológicas entre indivíduos de *D. mikanii* (Schlegel, 1837) habitando os diferentes planaltos paranaenses, possivelmente com maior variação interindividual no terceiro planalto e, 2) existe dimorfismo sexual entre machos e fêmeas da espécie.

2 HISTÓRICO TAXONÔMICO

Segundo (SOUZA, 2016), em 1843 Fitzinger criou o gênero *Sibynomorphus* designando *Dipsas mikanii* Schlegel, 1837 como espécie-tipo. Schlegel (1837) realizou a descrição da espécie baseado em dois espécimes, utilizando como caracteres diagnósticos o número de escamas ventrais (VV) e o de subcaudais (SC) (VV 167 e 170; SC 46 e 71). Ihering (1911) descreveu uma nova subespécie associada a esta espécie, *Cochliophagus mikanii neuwiedi*. Nessa época, a espécie *D. mikanii* era associada ao gênero *Cochliophagus* Dum., Bibr. et Dum., 1854. Posteriormente, Peters (1960) realizou uma revisão taxonômica da subfamília Dipsadinae, como então reconhecida, incluindo os gêneros *Dipsas*, *Sibon* e *Sibynomorphus*. Nessa revisão, o autor sugeriu que os dois espécimes utilizados para se referir a *Dipsas mikanii* Schlegel, 1837, representavam dois táxons distintos, considerando a diferença na contagem das escamas ventrais e subcaudais dos exemplares analisados. O resultado foi designar como leucótipo de *Sibynomorphus mikanii* o espécime com VV 167 e SC 46, deixando em dúvida a alocação específica do espécime de VV 170 e SC 71 (SOUZA, 2016). Peters (1960) reconhece a existência de duas subespécies, *S. m. mikanii* (Schlegel, 1837) e *S. m. neuwiedi* (Von Ihering, 1911). Posteriormente, Cunha e colaboradores (1980), descreveram uma nova subespécie, *S. mikanii septentrionalis*, como possuindo características intermediárias entre *S. m. mikanii* e *S. m. neuwiedi*, distinguindo-se pelo número de escamas ventrais e subcaudais (SOUZA, 2016). Recentemente ARTEAGA et al., (2018) sinonimizaram o gênero *Sibynomorphus* Fitzinger, 1843 a *Dipsas* Laurenti, 1768 com base em análises moleculares e no monofiletismo de *Sibynomorphus* Fitzinger, 1843.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estado do Paraná está majoritariamente inserido no Bioma da Mata Atlântica, possuindo relevos constituídos por escarpas e planaltos (KAEHLER et al., 2014) ocupando uma área de quase 200 mil Km². As escarpas (Serra do Mar) estão em menor proporção e separam a região litorânea do interior do estado. Os planaltos representam o conjunto denominado Planalto Meridional do Brasil e são divididos entre primeiro, segundo e terceiro planalto do Paraná, conhecidos também como, os planaltos de Curitiba, Ponta Grossa e Guarapuava, respectivamente (Fig 1.) (MAACK, 1981). O primeiro planalto encontra-se em altitudes de 850 a 950 metros; o segundo planalto em altitudes de 1.090 a 1.200 metros; e o terceiro planalto em altitudes de até 1.250 metros (CIGOLINI; MELLO; LOPES, 2001; BRASIL, 2022). A delimitação dos planaltos é bem discriminada e representa influências marcantes na história biogeográfica da fauna e da flora (MAACK, 1981). Dessa maneira buscamos avaliar a existência de variações morfológicas e dimorfismo sexual entre machos e fêmeas nos planaltos dos Paraná.

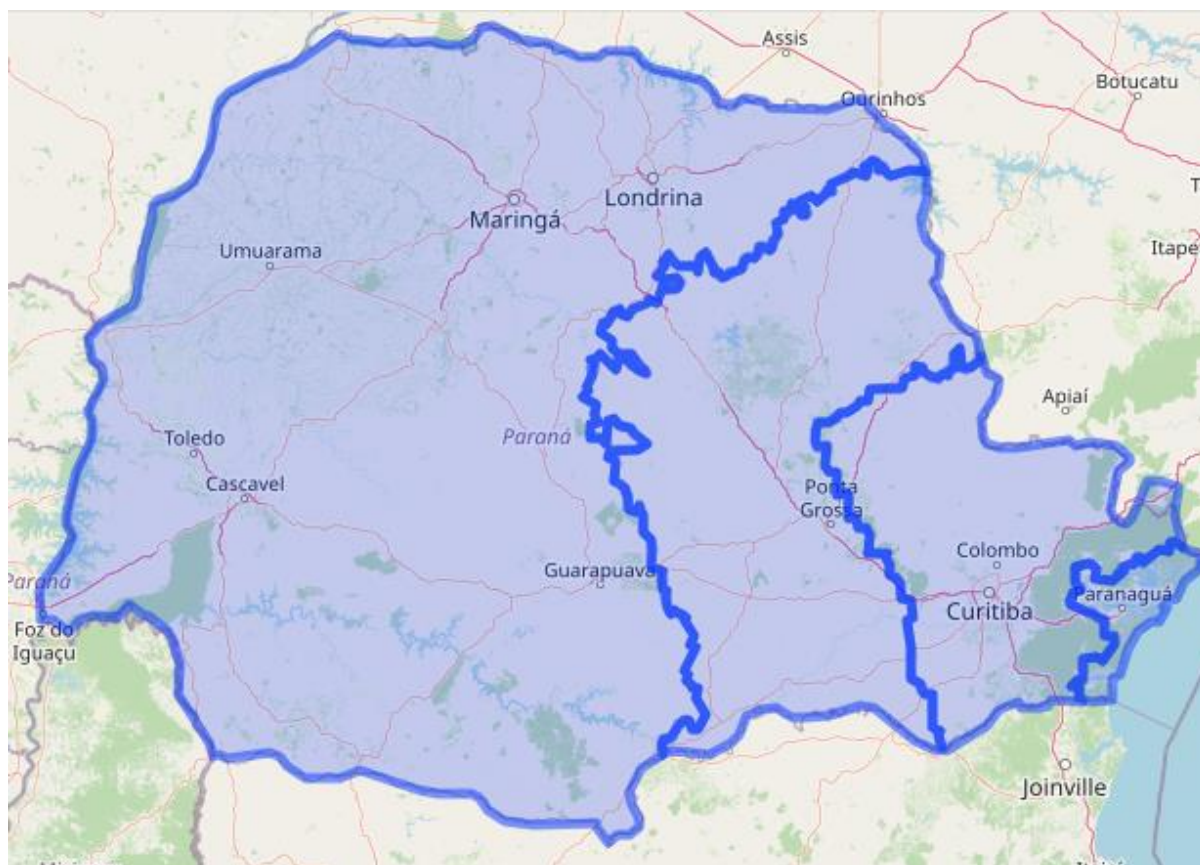


Figura 1: Mapa do Paraná com delimitação dos planaltos utilizados neste trabalho. Da direita para a esquerda: litoral, primeiro planalto, segundo planalto e terceiro planalto. Fonte: Caramoni, L. R., 2023

3.2 Coleta de dados

Para este trabalho, nos baseamos em Souza (2016), utilizando alguns dos caracteres propostos pela autora, bem como identificando novos caracteres com potencial fonte de informação da variação geográfica. Foram analisados espécimes de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) depositados na Coleção Herpetológica do Museu de História Natural Capão da Imbuia, Curitiba - PR.

Nós utilizamos apenas espécimes adultos, a fim de eliminar possíveis efeitos ontogenéticos. De acordo com Souza (2016), são considerados adultos de *D. mikanii* (Schlegel, 1837) machos com tamanho acima de 280 mm, e fêmeas com tamanho acima de 339 mm. Para a caracterização da morfologia, procuramos também manter a proporção de 1:1 entre machos. A sexagem ocorreu conforme o trabalho de Souza (2016), com uma pequena incisão na parte meso-ventral da cauda e, quando observado hemipênis e músculos anexos, o espécime foi considerado macho. Na ausência dessas estruturas, foi considerado fêmea. Os dados morfológicos coletados

foram de folidose, tanto de contagem de escamas quanto de proporções no tamanho das mesmas, e de coloração, considerando número e comprimento de bandas corporais.

3.2.1 Caracteres Morfológicos

Contagem das escamas registradas apenas pelo lado direito de cada indivíduo, conforme o padrão de folidose indicado nas Figuras de 2 a 4, e descritos com detalhes abaixo. O morfotipo em estudo, está presente nas Figuras de 5 a 7.

(D) Dorsais: número de fileiras longitudinais registradas em três regiões do corpo: região anterior, mediana e posterior.

(V) Ventrals: número total de escamas até a anal.

(SC) Subcaudais: número total de escamas de apenas um dos lados, sem considerar o espinho terminal.

(SL) Supralabiais: número total de escamas do lado direito.

(SLO) Supralabiais em contato com a órbita: número de escamas supralabiais que entram em contato com a órbita ocular do lado direito.

(IL) Infralabiais: número total de escamas do lado direito.

(IL1M) Infralabiais em contato com a primeira mentoniana: número de escamas infralabiais em contato apenas com a primeira mentoniana.

(1Mrel2M) Diferença entre o primeiro par de mentonianas em relação ao segundo par: registrado o primeiro par de mentonianas por comparação visual a diferença em comprimento, sendo longa (2), igual (1) ou curta (0).

(GMIL) Número de escamas gulares que toquem da última mentoniana até a última infralabial: contagem seguindo uma fileira paralela à escama infralabial.

(GMV) Número de gulares que toquem da última mentoniana à primeira ventral: contagem seguindo uma fileira vertical entre a linha medial e a lateral.

(Lor) Loreal: verificado o formato da placa, sendo Quadrada (1) quando altura e largura semelhantes, ou Longa (2) quando altura menor que largura.

(nBDCor) Número de bandas dorsais no corpo: contadas apenas do lado direito, na região das fileiras laterais, da articulação quadrato-mandibular até a cloaca.

(nBDCau) Número de bandas dorsais na cauda: contadas apenas do lado direito, na região das fileiras laterais, da cloaca até a ponta da cauda. A ausência do

espinho caudal foi considerada como cauda mutilada, entrando nos registros a medida tomada.

(LBDcor) Largura das bandas dorsais no corpo: Tomada a 5º banda a partir da escama anal, foi contado a quantidade de escamas da fileira lateral que compunham a banda (Fig 4).

(CCab) Comprimento da cabeça: medidas tomadas com paquímetro a partir da extremidade da escama rostral até o fim da articulação quadrato-mandibular. Espécimes fixados com a boca aberta, cabeça amassada ou de qualquer modo que afete a posição do quadrado-mandibular, foram desconsiderados.

(LCab) Largura da Cabeça: tomada com paquímetro na linha das supralabiais com a ponta do paquímetro na região das pós oculares.

(Dio) Diâmetro do olho: Tomada com paquímetro na linha horizontal do olho direito.

(DO) Distância entre os olhos: tomada com paquímetro na linha horizontal mediana a distância entre as tangentes dos olhos.

(DO-R) Distância olho-rostral: tomada com paquímetro desde a tangente anterior da órbita ocular à escama rostral.

(DP-R) Distância parietal-rostral: tomada com paquímetro da porção anterior da escama parietal, à tangente da escama rostral.

(DF-R) Distância frontal-rostral: tomada com paquímetro da porção anterior da escama frontal à tangente da escama rostral.

(CP) Comprimento da escama parietal: tomado com paquímetro medindo a maior distância vertical da escama. Apenas a escama do lado direito foi medida.

(LP) Largura da escama parietal: tomada com paquímetro medindo a maior distância horizontal da escama. Apenas a placa do lado direito foi medida.

(CF) Comprimento da escama frontal: tomado com paquímetro medindo a maior distância vertical da escama.

(LF) Largura da escama frontal: tomada com paquímetro medindo a maior distância horizontal da escama.

(CBDcor) Comprimento da banda dorsal do corpo: tomado com paquímetro medindo o comprimento da 5ª banda completa da parte direita, com a contagem feita a partir da escama anal.

(CRA) Comprimento rostro anal: medido com o auxílio de um barbante como gabarito, e régua graduada com precisão de 1mm, desde a escama rostral até o fim da escama anal.

(CCa) Comprimento da cauda: medido com o auxílio de um barbante como gabarito, e régua graduada com precisão de 1mm, desde a extremidade final da escama anal até a ponta da cauda. A ausência do espinho caudal, será considerada como cauda mutilada, porém entrará nos registros a medida tomada.

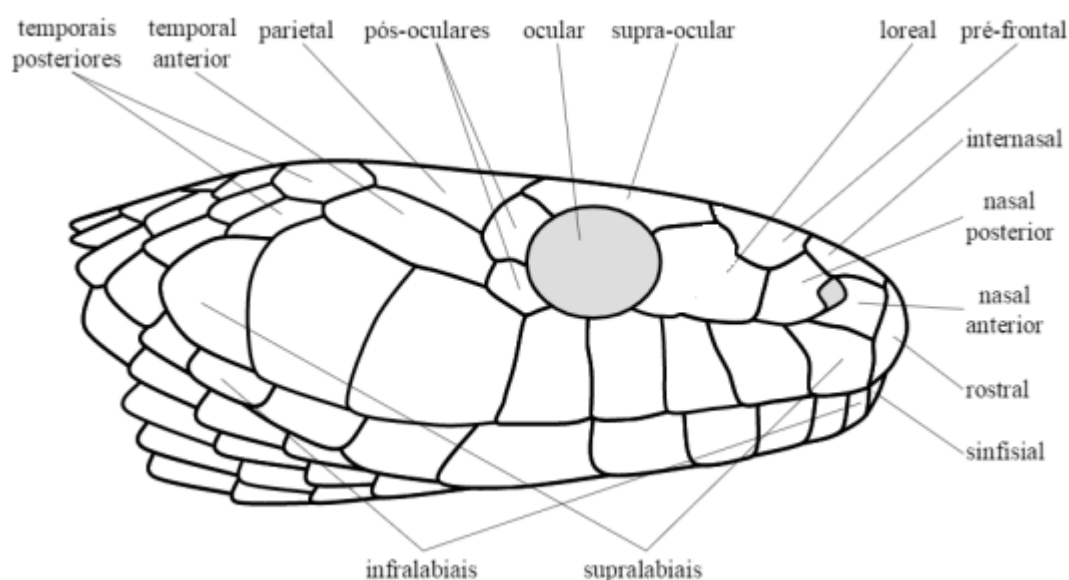


Figura 2: Vista lateral esquemática da cabeça de um Colubridae, mostrando as placas cefálicas. Fonte: Adaptado de FERRAREZZI, H.; MONTEIRO, A. E. G.

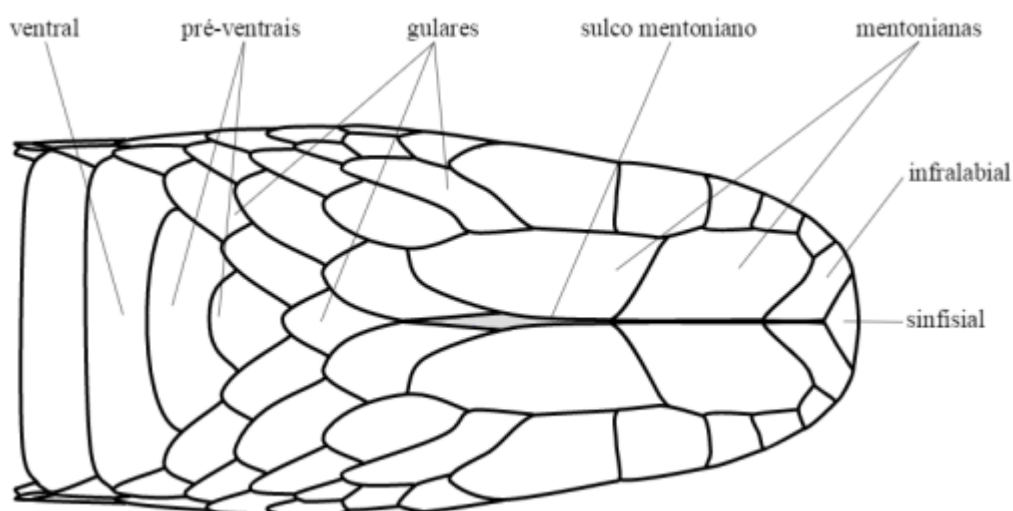


Figura 3: Vista ventral esquemática da cabeça de um Colubridae, mostrando as placas cefálicas. Fonte: FERRAREZZI, H.; MONTEIRO, A. E. G.

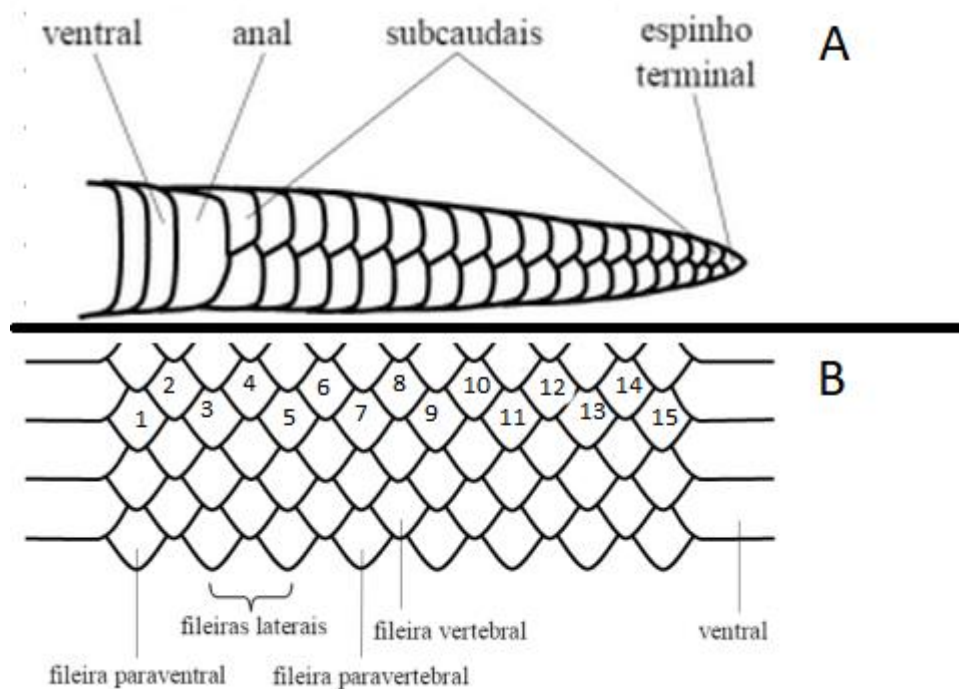


Figura 4: A) Vista ventral esquemática das placas ventrais inteiras, placa anal inteira e subcaudais divididas, como ocorre na espécie *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837); B) Vista dorsal esquemática das placas dorsais com 15 fileiras de escamas. Fonte: Adaptado de FERRAREZZI, H.; MONTEIRO, A. E. G.



Figura 5: Aspecto geral da vista ventral de exemplar fixado de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837). (MHNCI 17085 - Fêmea). O indivíduo possui as seguintes medidas de corpo, Comprimento rostro anal = 485 milímetros e comprimento da cauda = 111 milímetros



Figura 6: Aspecto geral da vista dorsal de exemplar fixado de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) (MHNCI 17085 - Fêmea). O indivíduo possui as seguintes medidas de corpo, Comprimento rostro anal = 485 milímetros e comprimento da cauda = 111 milímetros

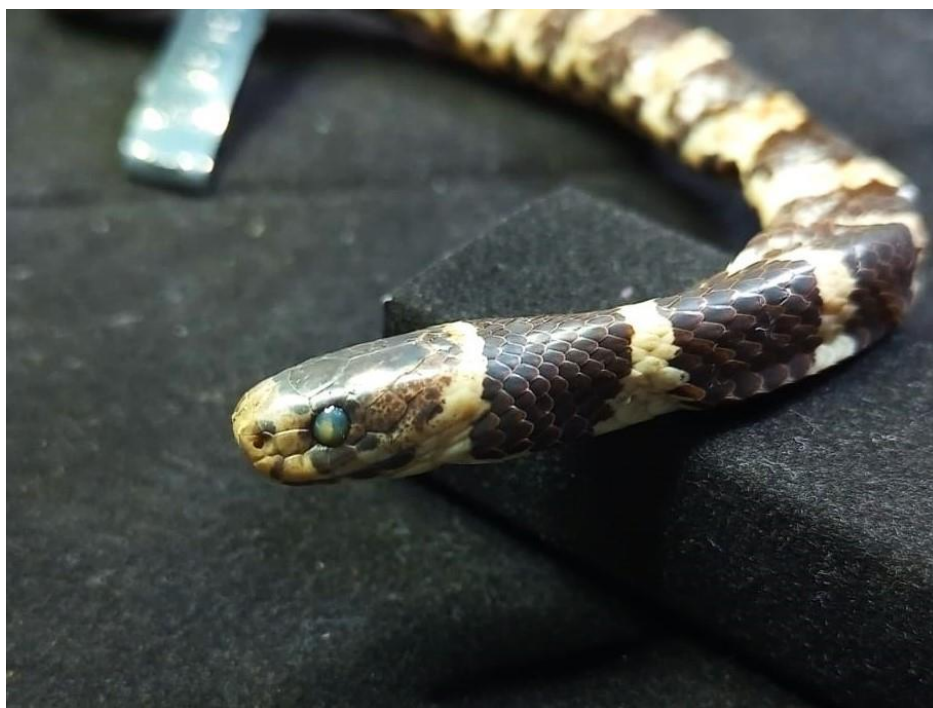


Figura 7: Aspecto geral da cabeça de exemplar fixado de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) (MHNCI - 3898 - Fêmea). O indivíduo possui a seguinte medida da cabeça, comprimento = 12,68 milímetros e largura = 6,58

3.3 Análise dos dados

Primeiramente, realizamos uma análise de variância multivariada (MANOVA) para testar a existência de dimorfismo sexual em *D. mikanii* (Schlegel, 1837), considerando todas as variáveis morfológicas concomitantemente. O objetivo da análise foi testar se haveria diferença estatística entre indivíduos machos e fêmeas para os caracteres coletados, ou seja, se há dimorfismo sexual. Assim, nós utilizamos os caracteres morfométricos e merísticos como variáveis dependentes e o sexo de cada indivíduo como variável independente. Também realizamos ANOVAs univariadas como versões *post-hoc* da MANOVA para a identificar quais variáveis seriam as responsáveis pelas diferenças observadas.

Realizamos análises de Levene, para testar a homogeneidade das variâncias dos dados, separadamente para cada sexo, usando os caracteres morfométricos e merísticos como variáveis dependentes e a presença dos indivíduos em cada planalto como variável independente. Dessa forma obtivemos o resultado para machos e fêmeas de forma separada. O teste de Levene é geralmente utilizado como uma forma de testar as premissas de homogeneidade de variância para a realização de testes

de hipótese usando estatística linear (i.e., regressões lineares e suas derivações, como ANOVA e correlação), porém, não deixa de ser um teste de hipótese compatível com testes biológicos. No caso, a hipótese de que haveria maior variação interindividual no terceiro planalto (#1, conforme Introdução).

Finalmente, realizamos também uma análise de agrupamento para verificar se os caracteres morfológicos são capazes de indicar agrupamentos correspondentes aos esperados pela distribuição dos indivíduos nos planaltos.

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa R v.4.3.0.

4 RESULTADOS

4.1 Dados coletados

Obtivemos dados morfológicos (Tabela 1) e de distribuição (Figura 8) de 62 indivíduos, sendo eles todos adultos na proporção de 1:1 entre machos e fêmeas, totalizando 31 fêmeas e 31 machos. Também foi observado como os caracteres morfológicos se comportam entre os planaltos (Figura 9, 10 e 11).

Tabela 1: Espécimes analisados e seus respectivos caracteres merísticos e morfométricos. A ausência do dado está representada pela sigla NA.

MHNCI	Sx	Dorsais	VV	SC	SL	SLO	IL	IL1M	Lor	Mrel2M	GMV	GMIL	IBDcor	nBD	ComBD	dcau	CCab	LCab	DiO	DODO	RDP	RDF	R	CP	LP	CF	LF	CBDcor	CRA	CCA
1804	F	15,15,15	167	46	7	2	NA	NA	NA	2	NA	3	2	32	13	NA	NA	2,5	NA	4,5	6,5	3,8	5,4	3,2	4,3	3,8	4,4	446	99	
2425	F	15,15,15	169	44	7	2	6	3	2	2	2	2	1	42	16	16,8	8,8	2,2	7,8	5,5	7,2	4,4	6,3	3,9	4,0	4,3	3,6	602	119	
3253	F	15,15,15	166	44	7	2	7	5	2	2	2	3	2	32	12	18,7	9,3	2,2	8,8	5,4	7,7	4,5	7,0	4,4	3,9	4,3	7,3	487	117	
3705	F	15,15,15	175	45	7	2	7	4	1	2	2	3	2	36	14	18,1	7,6	2,2	7,8	5,0	7,2	4,7	5,9	3,9	4,1	4,0	6,5	510	102	
3715	F	15,15,15	158	44	7	2	8	4	2	1	2	3	2	38	11	17,0	7,1	2,1	7,0	5,0	7,1	4,2	6,1	3,7	4,0	3,8	5,8	416	84	
3898	F	15,15,15	158	49	7	2	8	4	2	2	NA	NA	1,5	46	19	16,0	7,6	2,2	7,1	4,4	6,5	4,1	5,3	3,7	3,5	3,9	3,0	436	105	
4122	F	15,15,15	164	46	6	0	7	3	1	1	2	2	2	35	12	15,6	6,6	2,4	6,4	4,2	6,5	4,0	5,6	3,8	3,4	3,9	4,1	390	81	
4257	F	15,15,14	162	46	6	2	7	3	2	2	2	2	2,5	45	11	NA	7,8	2,2	8,0	4,1	7,1	3,4	6,1	4,0	4,0	4,3	5,9	442	92	
4633	F	15,15,15	172	47	7	2	7	4	2	2	2	3	1	40	16	16,2	7,7	2,2	7,3	4,5	7,3	3,9	6,6	3,8	3,8	3,8	4,4	512	102	
4768	F	15,15,15	173	46	7	2	8	3	2	2	2	3	1,5	36	11	17,5	8,3	2,4	7,3	4,5	6,6	4,6	5,5	3,2	3,9	3,9	5,8	433	108	
6199	F	15,15,15	173	43	7	2	8	3	2	1	2	3	2,5	32	10	14,5	8,0	2,0	6,5	4,2	6,3	4,1	5,1	3,7	3,8	3,2	5,5	339	66	
6357	F	15,15,15	154	43	8	2	7	4	2	2	2	3	1	38	14	15	7,5	2	6,9	3,8	6,1	3,7	5,2	3,6	4,2	3,8	2,3	398	80	
8020	F	15,15,15	172	46	7	2	8	4	2	2	2	2	2	38	14	15,6	8,2	4,4	6,9	4,4	6,7	3,9	5,5	3,7	3,8	3,6	4,9	379	89	
8206	F	15,15,15	162	48	7	2	7	3	2	1	2	3	2	36	12	NA	9,6	2,4	8,5	4,9	7,6	4,9	6,3	4,5	3,8	4,3	5,9	485	111	
8250	F	15,15,15	176	49	7	2	7	3	2	1	2	2	2	42	12	12,5	6,4	2,2	5,8	3,5	5,2	3,0	4,7	3,5	3,1	2,3	2,8	261	58	
10162	F	15,15,15	156	51	7	2	7	4	2	2	2	2	1,5	35	11	12,2	6,9	1,9	6,3	3,3	5,0	3,4	4,7	3,6	3,1	3,2	1,4	268	69	
10218	F	15,15,15	160	45	7	2	6	3	1	0	2	2	2	38	15	NA	7,4	2,3	6,9	3,8	6,2	3,1	4,7	3,4	3,5	3,5	2,5	371	89	
11254	F	15,15,15	167	54	7	2	7	3	2	2	2	2	1,5	35	12	NA	7,0	1,9	5,9	3,4	5,5	3,2	4,6	3,1	3,3	3,3	2,9	253	56	
12980	F	15,15,15	165	46	NA	NA	NA	4	NA	2	1	NA	1,5	32	10	15,6	NA	2,3	NA	4,0	5,1	3,5	5,8	3,6	3,7	3,9	3,8	356	79	
14571	F	15,15,15	167	49	7	2	8	4	2	0	2	2	1	43	14	14,7	6,8	1,9	6,4	4,4	6,4	4,3	5,5	3,4	3,2	3,6	3,2	430	84	
14598	F	15,15,15	171	46	7	2	8	4	1	2	2	2	2	41	13	11,6	6,1	1,9	6	3,6	4,9	3,2	4,7	2,8	3,2	3,1	1,8	272	69	
14920	F	15,15,15	165	44	NA	NA	8	4	2	2	2	NA	2	35	12	NA	7,3	2	6,6	4,1	NA	3,8	NA	NA	3,2	3,4	4,1	377	81	
15523	F	15,15,15	160	43	7	2	8	4	2	2	2	4	1	36	13	12,4	6,2	1,8	6,1	3,4	5,2	3,4	4,1	2,9	3,1	2,6	1,9	240	52	
16504	F	15,15,15	168	45	6	2	8	4	1	2	2	3	1	32	11	NA	NA	2,3	NA	5,4	8,2	4,8	7,0	4,3	4,9	4,8	4,7	251	52	
16544	F	15,15,15	164	44	7	2	8	4	2	2	2	2	1,5	41	13	13,1	6,7	2,1	6,4	3,9	5,6	3,4	5,0	3,1	3,3	2,7	1,6	281	78	
16659	F	15,15,15	166	45	7	2	8	4	1	2	2	3	1,5	36	11	13,6	7,3	2,3	6,5	4,2	6,3	4,0	5,1	3,4	3,8	3,3	3,4	369	70	
17084	F	15,15,15	161	46	7	2	8	4	1	2	2	2	1,5	42	13	13,5	7,00	1,7	5,9	3,7	6,2	3,6	4,9	3,3	3,8	2,9	3,4	315	84	
17085	F	15,15,15	171	45	7	2	8	4	2	2	2	3	2,5	33	11	18,3	8,2	2,4	7,7	4,4	7,5	3,8	6,0	3,8	4,4	4,0	9,1	489	95	
17419	F	15,15,15	163	54	7	2	8	4	2	2	2	2	2	35	11	16,8	8,9	2,2	7,7	5,0	7,0	4,5	6,5	4,0	3,3	4,1	4,5	434	96	
17789	F	15,15,15	168	49	7	2	7	NA	2	2	NA	NA	2	34	12	NA	7,0	2,1	6,4	4,5	6,5	4,0	6,2	3,6	4,2	3,8	5,2	426	89	
17958	F	15,15,15	160	47	7	2	8	4	2	2	2	2	2	38	11	12,7	6,6	2,0	6,1	3,2	5,4	3,3	5,2	3,2	3,3	3,3	3,5	160	80	
938	M	15,15,15	160	50	7	2	7	4	2	1	2	2	2	41	14	14	5,6	2	6,4	4,0	6,7	4,1	5,9	3,2	3,5	3,4	3,9	300	80	
2426	M	15,15,15	156	54	7	2	8	4	2	2	2	3	2	37	14	13,7	6,9	1,9	6,8	4,1	5,9	4,0	5,1	3,7	3,6	3,4	4,4	332	89	
3212	M	15,15,15	160	48	7	2	8	4	2	2	2	2	1	43	16	17,4	8,2	2,3	7,9	4,9	6,7	4,2	6,4	4,1	4,0	4,3	4,6	526	110	
3289	M	15,15,15	155	52	7	2	8	4	1	2	2	3	1	42	18	16,3	8,7	2,6	7,6	5,1	7,1	3,9	5,5	3,7	4,5	3,8	2,1	396	112	
3593	M	15,15,15	165	48	7	2	6	2	1	2	2	2	2	34	13	13,2	6,5	1,6	6,5	3,7	5,8	3,8	5,2	3,3	3,5	3,0	3,5	304	63	
4221	M	15,15,15	161	55	8	2	10	4	2	2	2	3	1	41	19	13,4	6,2	1,9	6,1	3,5	5,1	3,2	4,8	2,9	3,2	3,0	1,4	300	75	
4277	M	15,15,15	157	48	7	2	8	4	2	2	2	2	1	36	13	16,5	8,2	2,1	7,3	4,8	6,9	4,0	6,3	3,8	4,1	4,5	4,6	506	95	
4775	M	15,15,15	160	64	7	2	7	3	1	1	3	3	1	37	14	13,9	6,8	1,9	6,0	3,8	5,9	3,2	4,6	3,8	3,6	3,3	1,9	296	63	
4808	M	15,15,15	167	64	7	2	8	4	2	2	2	2	1	36	14	16,5	7,7	2,3	6,9	4,6	7,0	4,7	6,1	3,9	3,9	3,6	2,3	420	100	
6664	M	15,15,15	164	52	7	2	8	4	1	2	2	2	2,5	35	16	13	4,9	1,9	5	2,8	4,8	3,0	4,5	2,8	5,1	2,8	2,8	246	55	
7728	M	15,15,15	171	46	7	2	8	4	2	2	2	3	1	43	20	16,8	8,7	2,3	7,7	5,0	7,2	4,6	5,6	3,8	3,9	4,0	2,4	445	117	
10005	M	15,15,15	158	53	7	2	7	4	2	1	2	4	1,5	34	17	14,6	6,3	1,9	6,3	3,9	6,2	3,8	5,1	3,4	3,6	3,6	2,7	347	89	
10168	M	15,15,15	149	46	7	2	8	4	1	2	2	2	1,5	35	14	NA	6,5	2,2	6,4	3,7	6,0	3,5	5,5	3,5	3,4	3,1	3,4	352	83	
10344	M	15,15,15	155	47	NA	NA	8	4	2	2	NA	NA	2	36	13	NA	8,4	2,1	7,3	4,1	6,6	4,5	5,8	3,8	4,0	3,6	4,9	370	90	
10617	M	15,15,15	155	48	7	2	8	4	1	2	2	2	1	42	17	NA	NA	2,6	NA	5,2	NA	NA	6,8	3,8	3,8	4,3	3,4	531	118	
10733	M	15,15,15	123	50	7	2	8	4	1	2	2	2	2	42	15	NA	7,8	2,2	7	3,8	5,8	3,4	5,4	3,5	2,3	3,9	2,9	391	92	
11650	M	15,15,15	158	48	7	2	9	4	1	2	2	2	1,5	39	13	NA	NA	2,9	7,3	4,6	7,1	4,0	5,9	3,8	4,0	3,9	3,0	438	115	
12942	M	15,15,15	152	56	7	2	8	4	1	2	2	3	2	30	15	14,1	6,9	2,1	6,6	4,2	5,8	3,6	5,1	3,2	3,6	3,4	3,8	322	82	
13764	M	15,15,15	163	53	8	2	7	4	2	2	2	2	2	39	18	15,0	7,2	2,2	6,9	4,2	6,4	3,8	5,5	3,2	3,6	3,5	4,2	369	94	
14589	M	15,15,15	159	50	7	2	8	4	1	2	2	2	1	54	23	16,1	7,7	2,6	8	5,0	7,8	4,7	6,5	4,0	4,1	3,9	6,8	522	106	
16562	M	15,15,15	167	43	7	2	8	4	NA	2	2	2	1	43	17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3,5	NA	2,4	228	85
16654	M	15,15,15	148	53	7	2	8	4	2	2	2	3	1,5	34	17	11,8	6,1	1,6	5,8	3,5	5,7	3,6	4,7	3,0	2,5	2,9	3,7	392	112	
16905	M	15,15,15	153																											

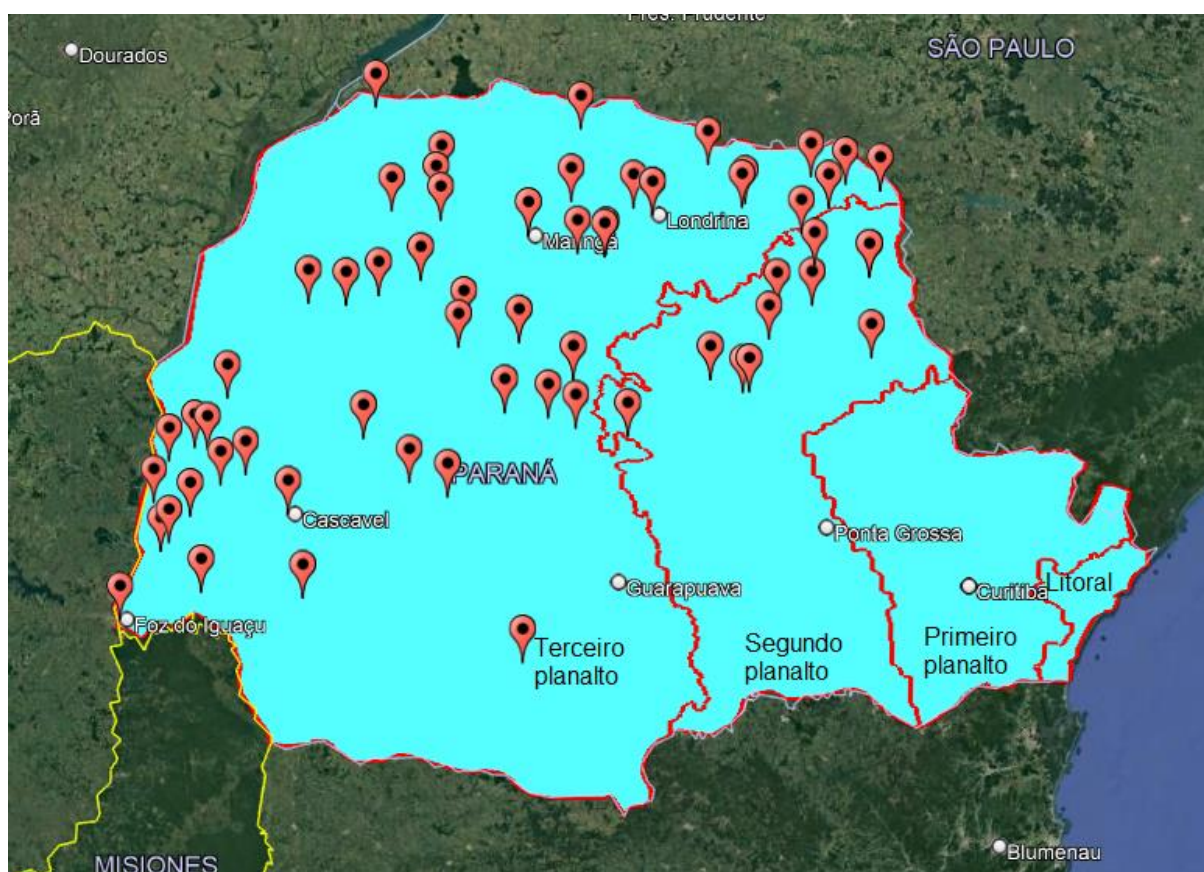


Figura 8: Localização geográfica dos espécimes analisados, no escopo dos planaltos paranaenses. Da direita para esquerda litoral, primeiro, segundo e terceiro planaltos. Fonte: Adaptado de Caramoni, L. R., 2023.

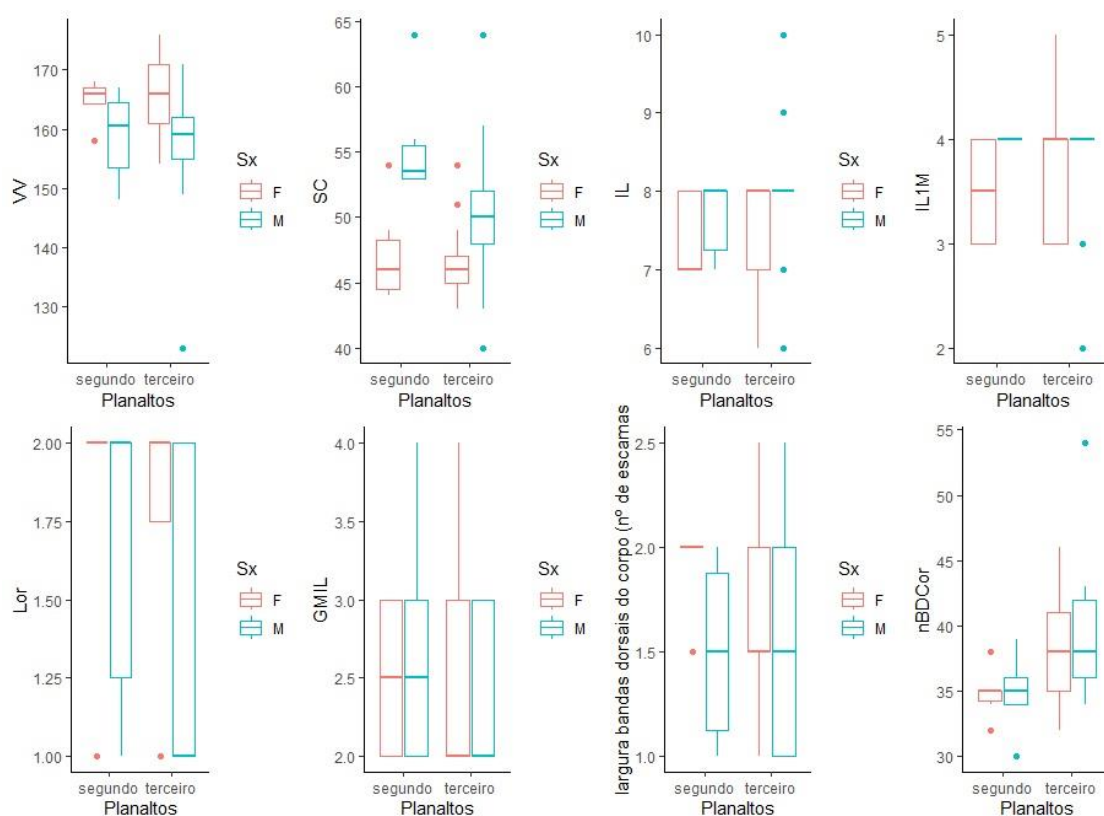


Figura 9: Boxplots indicando a distribuição geral dos caracteres morfológicos de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) no Estado do Paraná, separados por sexo e planaltos (VV= número de escamas ventrais; SC= número de escamas subcaudais; IL= número de escamas infralabiais; IL1M= número de Infralabiais em contato com a primeira mentoniana; Lor= formato da placa, sendo Quadrada (1) quando altura e largura semelhantes, ou Longa (2) quando altura menor que largura; GMIL = número de escamas Gulares que toquem da última mentoniana até a última infralabial; largura das bandas dorsais do corpo (número de escamas); nBDCor = número de bandas dorsais na cauda).

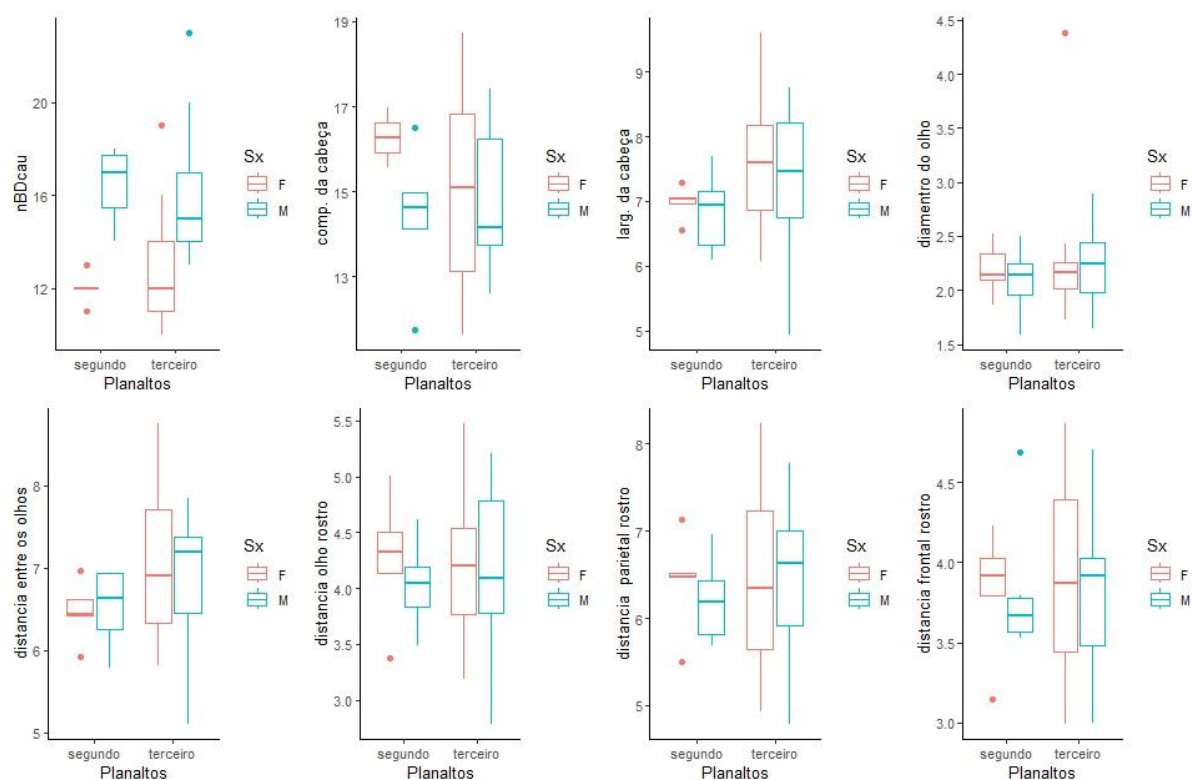


Figura 10: (continuação) Boxplots indicando a distribuição geral dos Caracteres morfológicos de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) no Estado do Paraná, separados por sexo e planaltos (nBDCau = Número de bandas dorsais na cauda; Comprimento da Cabeça; Largura da cabeça; Diametro do olho; Distância entre os olhos; Distância olho-rostro; Distancia frontal-rostro).

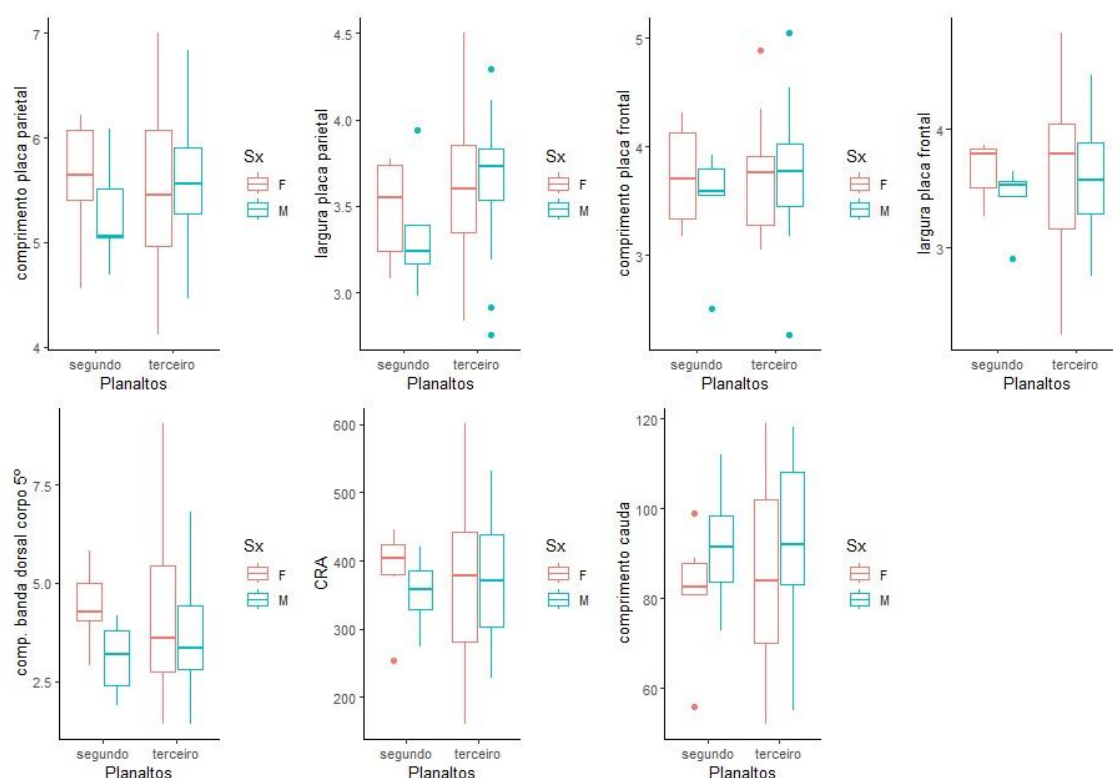


Figura 11: (continuação) Boxplots indicando a distribuição geral dos Caracteres morfológicos de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) no Estado do Paraná, separados por sexo e planaltos (Comprimento da placa parietal; Largura da placa Parietal; Comprimento da placa Frontal; Largura da placa Frontal; Comprimento da banda dorsal do corpo S°; CRA= Comprimento rostro anal; Comprimento da cauda).

4.2 Análise de variância multivariada (MANOVA)

Observou-se a existência de dimorfismo sexual nas variáveis morfológicas analisadas ($F_{1,27}=3.92$, $p<0.005$). Além disso, a análise indica que o tamanho do fenômeno (*effect size*), ou o quanto os a variável independente (sexo) explicou a variabilidade observada nos dados foi bem alto (Pillai = 0.869). Analisando de forma individual o valor das variáveis em relação ao sexo (*post-hoc* ANOVAs), observamos que as escamas ventrais (VV), subcaudais (SC) e o número de bandas dorsais na cauda (nBDCau) são as principais variáveis responsáveis pela diferenciação entre os sexos, todas com valores de p menor que 0.0001. Desta forma, com o dimorfismo sexual observado, foi necessário separar os indivíduos machos e fêmeas para realização das análises posteriores.

Foi aplicado o teste MANOVA entre os planaltos, para observar se as características dos animais possuíam dependência com os planaltos, utilizando caracteres morfométricos e merísticos como variável dependente e os planaltos como variável independente. Obtivemos resultados significativos para nossa hipótese de

que há diferença entre os indivíduos do segundo e terceiro planaltos quando realizamos as ANOVAs (*post-hoc*) para as fêmeas. Obtivemos resultados significativos para o número de escamas ventrais (VV) ($F_{1,19}=7.25$, $p=0.014$) e subcaudais (SC) ($F_{1,19}=17.12$, $p=0.00054$). A MANOVA, contudo, possui graus de liberdade muito desbalanceados, tornando seu resultado não confiável para o momento ($F_{1,19}=0.2795$ $p=0.607$). Também repetimos os mesmos procedimentos para os machos, porém não obtivemos resultado significativo em nenhuma das etapas (MANOVA ou ANOVAs).

4.3 Teste de Levene

Foi testada a homogeneidade de variância entre os indivíduos distribuídos nos segundo e terceiro planaltos através de repetidos testes univariados de Levene entre as variáveis morfológicas. Apesar de exploratória, esta abordagem foi necessária pois não existem alternativas multivariadas para este teste. As análises foram realizadas separadamente para cada sexo. Novamente, não obtivemos resultados significativos para os machos. Contudo, novamente obtivemos valores significativos de variação morfológica entre fêmeas, com cinco caracteres apresentando significância, sendo eles: largura das bandas dorsais do corpo (LBDCor), número de bandas dorsais no corpo (nBDCor), número de bandas dorsais na cauda (nBDCau), largura da cabeça (LCab) e distância entre os olhos (DO), que apresentaram valor de p , respectivamente, iguais a 0.0184, 0.03139, 0.04295, 0.03535 e 0.04616.

Conhecendo as cinco características que diferem entre os planaltos no que diz respeito às fêmeas, calculamos estatísticas descritivas das mesmas, apresentadas na Tabela 2. Observa-se grande diferença na variância entre o segundo e terceiro planaltos.

Tabela 2: Estatísticas descritivas de fêmeas de *Dipsas mikanii* (Schlegel, 1837) no Estado do Paraná. Os dados são apresentados de forma separada por planaltos.

Segundo planalto						Terceiro planalto				
	Míni mo	máxi mo	Média	Media na	Variância	Míni mo	máxi mo	Média	Media na	Variância
LBDCor	1,5	2	1,92	2	0,04	1	2,5	1,68	1,5	0,25
nBDCor	32	38	34	35	3,7636	32	46	37,8	38	17,223
nBDCau	11	13	12	12	0,3969	10	19	12,7	12	4,7083
LCab	6,56	7,28	6,98	7,04	0,0676	6,08	9,6	7,6	7,6	0,9409
DO	5,92	6,96	6,47	6,44	0,1444	5,81	8,76	6,99	6,91	0,7056

LBDCor = Largura das bandas dorsais do corpo, nBDCor = número de bandas dorsais no corpo, nBDCau = número de bandas dorsais na cauda, LCab = largura da cabeça, DO = distância entre os olhos.

4.4 Análise de Cluster

Visando identificar possíveis agrupamentos entre espécimes com características semelhantes, foi efetuada uma análise de agrupamento. O resultado não indicou nenhum agrupamento biologicamente significativo para nossa hipótese de haver diferença entre o segundo e o terceiro planalto, de modo que não foi formado agrupamentos entre espécimes do segundo planalto (representados em amarelo) e terceiro planalto, ou mesmo os espécimes da porção do mais extremo Oeste do estado (representados em azul e localizado no terceiro planalto) no dendrograma (Figura 9). Embora os cortes do cluster (representados pelos boxes em verde) não tenham formado nenhum agrupamento, notamos que as serpentes do extremo oeste são apresentadas em apenas dois dos três cortes efetuados.

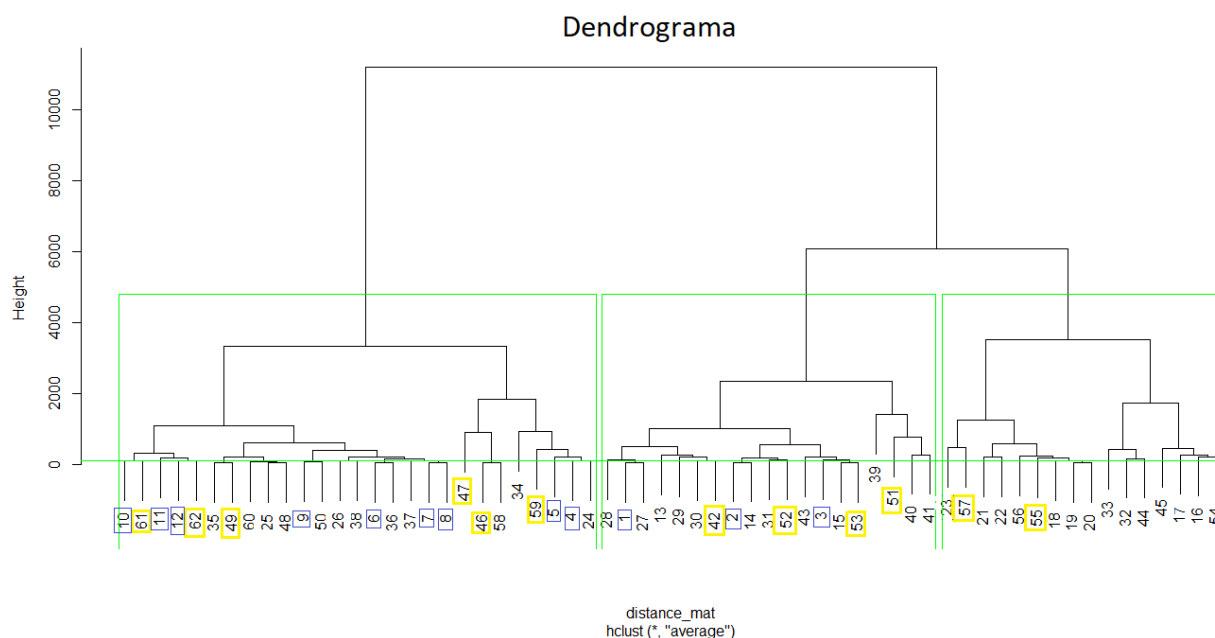


Figura 12: Dendrograma com os agrupamentos formados, estando em amarelo todos os indivíduos do segundo planalto, e em azul todos os indivíduos do extremo oeste. Os cortes de árvores são representados pelos boxes em verde.

5 DISCUSSÃO

A hipótese de haver dimorfismo sexual já era esperada pelo padrão observado em serpentes do gênero, em que temos as fêmeas com maior tamanho corporal e cauda menor, enquanto machos seguem um padrão inverso, com caudas maiores e corpo menor (SANTOS; KLACZKO; PRUDENTE, 2022). Esse padrão de tamanho é refletido no número de escamas ventrais e subcaudais da serpente, onde fêmeas apresentam maior número de escamas ventrais e menor número de escamas subcaudais. De maneira inversa, os machos possuem menos escamas ventrais e mais escamas subcaudais. O dimorfismo sexual associado a essas escamas foi encontrado pela MANOVA, onde os caracteres que mais contribuíram para explicar o dimorfismo sexual foram a quantidade de escamas ventrais e subcaudais, além do número de bandas dorsais presentes na cauda do indivíduo, seguindo padrão semelhante ao encontrado em outras espécies de serpentes (ARTEAGA et al., 2018).

O dimorfismo sexual envolvendo o tamanho da cauda em serpentes, parte de três hipóteses segundo Santos e colaboradores (2022): 1 - O maior tamanho da cauda

em machos está relacionado com o espaço necessário para a acomodação dos músculos retratores e o hemipênis; 2 - Interações de corte, onde machos com caudas maiores são favorecidos durante o acasalamento ou agressão reprodutiva; 3 - Redução secundária da cauda em fêmeas resultante do aumento corporal que está relacionado com, o sucesso reprodutivo (SANTOS; KLACZKO; COSTA, 2022).

Nos testes de Levene, obtivemos, para fêmeas, cinco características que apresentaram variação significativa dentro de cada planalto, sendo que três possuem relação com o número e tamanho de bandas do animal, ou seja, estão relacionadas primeiramente com o padrão visual, sendo elas LBDCor, nBDCor e nBDCau; enquanto as outras duas estão relacionadas com medidas do crânio, sendo LCab e DO. Essa variação pode estar relacionada com a característica fitogeográfica de cada planalto, que exerce influência sobre a vegetação, e conseqüentemente sobre as espécies associadas ao habitat (KAEHLER et al., 2014). O aspecto fitogeográfico do segundo planalto, é representado por áreas de campos (estepe de gramíneas baixas); capões de araucária; mata-pluvial subtropical, sendo florestas que se desenvolvem em solos úmidos e apresentam uma densa vegetação arbórea com grande diversidade de plantas e animais (MAACK, 1981; KAEHLER et al., 2014). No segundo planalto, temos a predominância de áreas de campo, com manchas de capões de araucária e mata pluvial (KAEHLER et al., 2014). O terceiro planalto por sua vez, compõe uma diversidade maior de formações vegetais quando comparado com o segundo, possuindo campos limpos (estepe de gramíneas baixas), capões de mato de araucária, ombrófila mista e floresta estacional semidecidual (MAACK, 1981; KAEHLER et al., 2014).

Entre os planaltos, o terceiro apresentou maior variabilidade morfológica, com ênfase na característica nBDCor. O terceiro planalto, além de possuir maior diversidade de formações vegetais, apresenta na porção Leste um padrão climático temperado que se inicia no primeiro planalto, com verões amenos e geadas frequentes com a chegada do inverno (KAEHLER et al., 2014). No extremo oeste do terceiro planalto, temos então um clima mais tropical, com temperaturas mais altas e precipitação abundante, sendo influenciado por massas de ar quente e seca vinda do Oeste (KAEHLER et al., 2014).

A quantidade de variações morfológicas presentes nos leva a concluir que tais variações podem possuir relação com os fatores abióticos apresentados acima, que

podem estar influenciando a diversidade genética local (TONINI et al., 2021), e portanto, atuando diretamente nos padrões de adaptação ambiental dos indivíduos (BRIDLE; VINES, 2007). A espécie *D. mikanii* (Schlegel, 1837) ocupa os domínios cerrado e Atlântico, ocupando áreas úmidas litorâneas e capões de Araucárias no Leste e sul do estado respectivamente (FRANCO, 1997). Na porção Oeste, borda os espaços baixos pantaneiros (FRANCO, 1997).

Um dos exemplos de variações morfológicas resultante de interações bióticas é conhecido como mimetismo (ALBUQUERQUE; FERRAREZZI, 2004). A existência de um polimorfismo em relação à coloração ou bandas também pode estar associada à evolução do mimetismo e, inúmeros exemplos de mimetismo podem ser encontrados na natureza, por exemplo, borboletas do gênero *Heliconius* apresentando dimorfismo entre as espécies do gênero, serpentes do gênero *Erythrolamprus* mimetizando o gênero *Micrurus*, Hemipteras do gênero *Fulgora* mimetizam serpentes e outros répteis, e moscas do gênero *Mydas* que mimetizam a vespa do gênero *Pepsis* (CURCIO, 2008; BUTANTAN, 2022). Em 1862, Henry Walter Bates propôs que presas palatáveis que se assemelham às impalatáveis, apresentariam vantagens contra predadores, sendo chamada tal proposta de “Mimetismo Batesiano” (PASTEUR, 1982). Em 1889, Fritz Müller propôs a existência de uma vantagem mútua, quando duas ou mais espécies impalatáveis e com características aposemáticas compartilham um padrão, sendo chamada de “Mimetismo Mülleriano”. No gênero *Erythrolamprus*, por exemplo, o alto grau de polimorfismo está relacionado com o mimetismo de serpentes do gênero *Micrurus*, grupo das corais verdadeiras (CURCIO, 2008). Notam-se estudos que evidenciam o padrão de coloração de *Erythrolamprus*, e a variação geográfica desses padrões está associada à simpatria com espécies do gênero *Micrurus* (BOSQUE; NOONAN; COLLI, 2016). Não há uma linha nítida na divisão entre o mimetismo Batesiano e Mülleriano, apesar de outros princípios de mimetismo serem desenvolvidos ao longo dos anos, os casos tendem a se encontrar dentro deste espectro, evidenciando que as relações ecológicas e evolutivas com outras espécies também influenciam nos padrões e nas variações morfológicas (Albuquerque; Ferrarezzi, 2004). Apesar de padrões de mimetismo nunca terem sido analisados para a espécie *D. mikanii* (Schlegel, 1837), é possível que exista relação com espécies de *Bothrops* que habitam a região, o que poderia explicar a alta variação de coloração observada no

terceiro planalto, tal fenômeno de mimetizar *Bothrops* é comum em outras serpentes que compartilham áreas de ocorrência, como o caso da *Xenodon dorbignyi*, *Xenodon merremii* e *Tomodon dorsatus* (YANOSKY; CHANI, 1988). Contudo, essa explicação é para o momento, mera especulação, visto que não possuímos dados para testar essa hipótese de maneira formal.

Outra explicação para as variações morfológicas observadas entre o segundo e terceiro planalto, e de forma alternativa a essa possível hipótese mimética, está associada com uma resposta seletiva em relação à estrutura vegetal. Padrões de variação de melanismo, como é o caso das bandas de *D. mikanii*, podem ser explicados, por exemplo, pelo melanismo termal, onde indivíduos escuros apresentariam uma maior vantagem ao absorver de maneira mais eficiente a radiação solar para termoregulação (CLUSELLA; VAN; SPOTILA, 2009). Alternativamente, pode haver um efeito da seleção natural direcionada pelos predadores, visto que as colorações em banda podem possuir efeito visual conhecido como “*flicker fusion effect*”, onde as bandas se tornam uma cor homogênea quando a serpente está em movimento, dificultando a delimitação do corpo da serpente por predadores visualmente orientados (TITCOMB; KIKUCHI; PFENNIG, 2014). Este fenômeno é mais proeminente em ambientes com reduzida luminosidade, o que potencialmente explicaria os resultados encontrados (TITCOMB; KIKUCHI; PFENNIG, 2014).

A maior média na largura das bandas ocorreu no segundo planalto, sendo representado na fitofisionomia pela predominância de áreas de campo e mosaicos de mata. Desse modo, podemos inferir que indivíduos com maior padrão melânico possuem vantagens adaptativas em decorrência do meio (CLUSELLA; VAN; SPOTILA, 2009; KAEHLER et al., 2014). Em contrapartida, o terceiro planalto é composto por uma variedade maior de altitudes, solos e climas, resultando em uma variedade de estruturas vegetais, esta variedade traz consigo a formação de áreas de mata, resultado em maior número de áreas sombreadas e diferentes estratégias de defesa contra predadores, padrões de coloração e bandas, que podem explicar o maior número de bandas do corpo e cauda presentes no terceiro planalto (KAEHLER et al., 2014; TITCOMB; KIKUCHI; PFENNIG, 2014)

6 CONCLUSÃO

Com este trabalho, pudemos buscar evidências de quais foram os mecanismos biogeográficos que influenciaram a variação morfológica da espécie *D. mikanii* em sua distribuição no estado do Paraná. Concomitantemente, associamos as características significativas a seus respectivos planaltos de modo a separar entre machos e fêmeas, devido ao evidenciado dimorfismo sexual. Identificamos que o dimorfismo sexual relaciona-se principalmente às escamas ventrais, subcaudais e número de bandas dorsais na cauda. No entanto, os machos não apresentaram significância para comparações de variação entre os planaltos. A variação morfológica entre os planaltos para as fêmeas, concentraram-se em caracteres morfométricos de coloração (largura das bandas dorsais do corpo, número de bandas dorsais no corpo, número de bandas dorsais na cauda), e da cabeça (largura da cabeça e distância entre os olhos).

Além disso, estimamos que serpentes do terceiro planalto possuem maior quantidade de bandas dorsais. Estudos relacionados a mimetismo e padrões de coloração em bandas podem nos trazer informações importantes para interpretarmos tal fato, como o padrão de bandas em *D. mikanii* estar relacionado ao mimetismo com serpentes do gênero *Bothrops*, alterações visuais para ludibriar possíveis predadores, ou mesmo uma combinação das duas hipóteses. Em relação às serpentes do segundo planalto, temos como resultado bandas mais largas, ou seja, maior quantidade de melanismo, o que favorece a absorção de radiação solar, sendo sustentado pelo fato do segundo planalto ter predominância em áreas de campo.

Este trabalho pode contribuir para compreender a variação entre os planaltos paranaenses para outras espécies de Squamata, bem como servir de base teórica para considerar medidas de preservação ambiental. No entanto, é necessário levar em consideração o efeito do número amostral: invariavelmente, pelo tamanho geográfico do terceiro planalto, nossas amostras se concentraram nessa região, o que pode ter influenciado os resultados atingido. Tal limitação deve ser levada em consideração quando da interpretação dos padrões biológicos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALBUQUERQUE, C. E.; FERRAREZZI, H. A case of communal nesting in the Neotropical snake *Sibynomorphus mikanii* (Serpentes, Colubridae). **Phyllomedusa: Journal of Herpetology**, v. 3, n. 1, p. 73–77, 1 jun. 2004.
- ARTEAGA, A. et al. Systematics of South American snail-eating snakes (Serpentes, Dipsadini), with the description of five new species from Ecuador and Peru. **ZooKeys**, v. 766, p. 79–147, 14 jun. 2018.
- BRASIL. **Cidades e Estados. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr.html>>. Acesso em: 28 set. 2022
- BRIDLE, J. R.; VINES, T. H. Limits to evolution at range margins: when and why does adaptation fail? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 22, n. 3, p. 140–147, mar. 2007.
- BUTANTAN, I. **Mimetismo, camuflagem, aposematismo e cripticidade: os mecanismos dos seres vivos para se esconder ou enganar os predadores**. Disponível em: <<https://butantan.gov.br/butantan-educacao/mimetismo-camuflagem-aposematismo-e-cripticidade-os-mecanismos-dos-seres-vivos-para-se-esconder-ou-enganar-os-predadores>>. Acesso em: 29 jun. 2023.
- CIGOLINI, A.; MELLO, L. DE; LOPES, N. **PARANÁ: quadro natural, transformações territoriais e econômicas**. 2º ed. São Paulo: Saraiva, 2001.
- CLUSELLA-TRULLAS, S.; VAN WYK, J. H.; SPOTILA, J. R. Thermal Benefits of Melanism in Cordylid Lizards: A Theoretical and Field Test. **Ecology**, v. 90, n. 8, p. 2297–2312, 2009.
- COSTA, HENRIQUE C.; GUEDES, THAÍS B.; BÉRNILS, RENATO SILVEIRA. Lista de Répteis do Brasil: padrões e tendências. v. 10, p. 110–279, 31 jan. 2022.
- CURCIO, F. F. **Revisão taxonômica e variação geográfica do gênero *Erythrolamprus Boie* (Serpentes, Xenodontinae). VERSÃO PARCIAL**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.
- DE SOUZA, T. P. **Análise da variação morfológica de *Sibynomorphus mikanii* (SCHLEGEL, 1837) (Serpentes, Dipsadidae) com a avaliação do status taxonômico de *Sibynomorphus mikanii septentrionalis* CUNHA, NASCIMENTO & HOGE, 1980**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do

- Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 2016.
- FERRAREZZI, H.; MONTEIRO, A. E. G. **Chave para determinação de gênero de serpentes Sul-americanas**. São Paulo - SP: Instituto Butantan, [s.d.].
- FRANCO, F. L. **O gênero *Sibynomorphus Fitzinger*, 1843, no Brasil (Colubridae: Xenodontinae: Dipsadini)**. Dissertação de Mestrado—Porto Alegre - RS: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 1997.
- GOULD, S. J.; JOHNSTON, R. F. Geographic Variation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 3, n. 1, p. 457–498, 1972.
- KAEHLER, M. et al. **Plantas vasculares do Paraná**. Curitiba: Departamento de Botânica UFPR: IMPRENSA DA UFPR, 2014.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba - PR: Livraria José Olympio, 1981.
- MCLEAN, C. A.; STUART-FOX, D. Geographic variation in animal colour polymorphisms and its role in speciation: Geographic variation in polymorphism. **Biological Reviews**, v. 89, n. 4, p. 860–873, nov. 2014.
- MISSASSI, A. F. R. **Variação morfológica de *Imantodes cenchoa* (Linnaeus, 1758)**. Belém – PA: MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2014.
- PASSOS, P.; PRUDENTE, A. L. C. Morphological variation, polymorphism, and Taxonomy of the *Atractus torquatus* complex (Serpentes: Dipsadidae). **Zootaxa**, v. 3407, n. 1, p. 1–21, 2 ago. 2012.
- RECODER, R. S. et al. Geographic variation and systematic review of the lizard genus *Vanzosaura* (Squamata, Gymnophthalmidae), with the description of a new species. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 171, n. 1, p. 206–225, maio 2014.
- SANTOS, M. M.; KLACZKO, J.; DA COSTA PRUDENTE, A. L. Sexual dimorphism and allometry in malacophagus snakes (Dipsadidae: Dipsadinae). **Zoology**, v. 153, p. 126026, ago. 2022.
- TITCOMB, G. C.; KIKUCHI, D. W.; PFENNIG, D. W. More than mimicry? Evaluating scope for flicker-fusion as a defensive strategy in coral snake mimics. **Current Zoology**, v. 60, n. 1, p. 123–130, 1 fev. 2014.
- TONINI, J. F. R. et al. **Os determinantes da diversidade biológica da Herpetofauna Neotropical. In Herpetologia Brasileira Contemporânea**. Curitiba - PR: Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2021.

YANOSKY, A. A.; CHANI, J. M. Possible Dual Mimicry of *Bothrops* and *Micrurus* by the Colubrid, *Lystrophis dorbignyi*. **Journal of Herpetology**, v. 22, n. 2, p. 222–224, 1988.