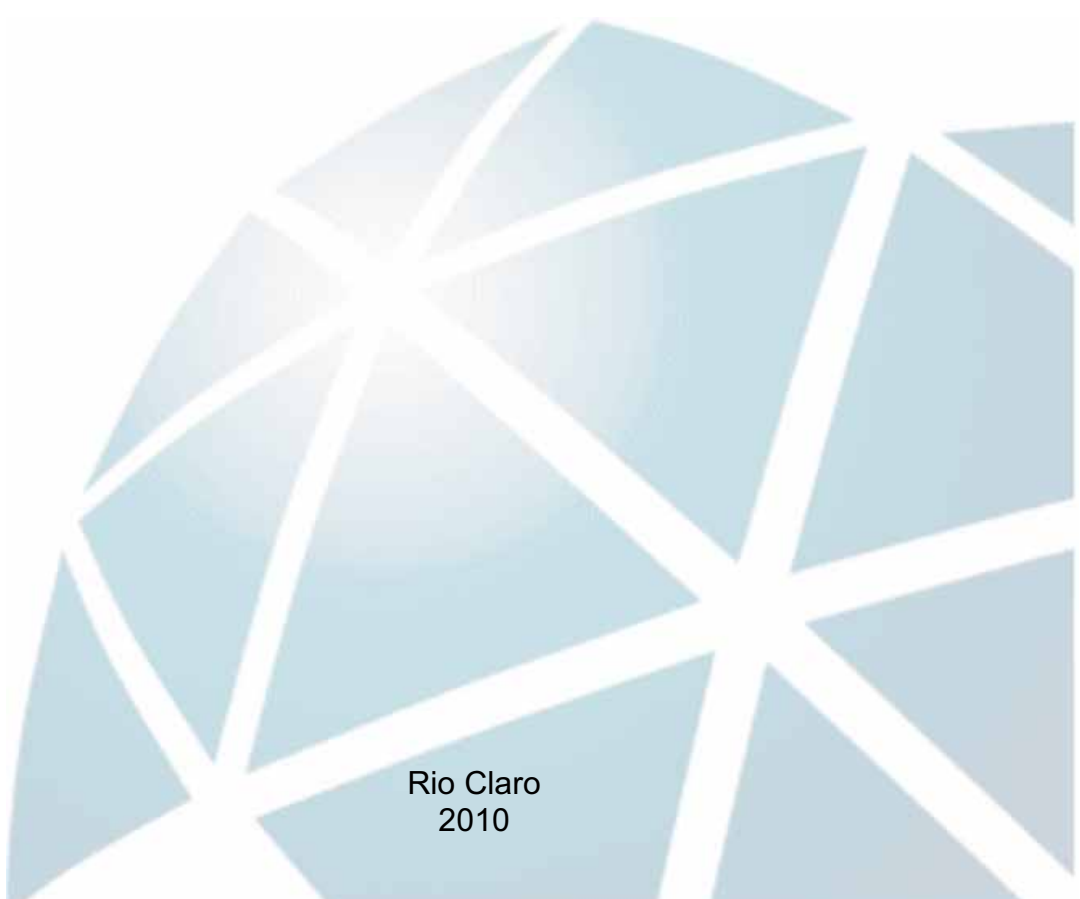

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MICHELE FERNANDES GONÇALVES

**ANÁLISE DE DIVERSIFICAÇÃO FENOTÍPICA DE
ANUROS NEOTROPICAIS DA MATA ATLÂNTICA
BRASILEIRA**



Rio Claro
2010

MICHELE FERNANDES GONÇALVES

ANÁLISE DE DIVERSIFICAÇÃO FENOTÍPICA DE ANUROS
NEOTROPICAIS DA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA

Orientador: JOÃO MIGUEL DE BARROS ALEXANDRINO

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

Rio Claro
2010

574.9
G635a Gonçalves, Michele Fernandes
 Análise de diversificação fenotípica de anuros
 neotropicais da Mata Atlântica brasileira / Michele Fernandes
 Gonçalves. - Rio Claro : [s.n.], 2010
 62 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

 Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e
 bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual
 Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
 Orientador: João Miguel de Barros Alexandrino

 1. Biogeografia. 2. Evolução. 3. Phyllomedusa. 4.
 Burmeisteri. 5. Variação. 6. Morfometria. 7. Morfologia. I.
 Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

**A meus pais,
por sua arte de ser.**

AGRADECIMENTOS I

À não linearidade do tempo. Aquele, só meu.

À inconstância das horas. Vividas, e sobre.

Ao esmerecer do quase certo, acabado.

Ao vigor do talvez e do com certeza.

À arte da delicadeza.

Ao dom da lembrança e à necessidade da ficção.

À espontaneidade.

Ao não dito.

Às entrelinhas da linguagem.

A meus pais, pela beleza. Ao meu avô e ao meu sobrinho, pela saudade. Ao meu irmão, pela coragem. À minha irmã, pela luz. Aos meus sobrinhos, por serem crianças.

Ao meu amor, por ser amor. Ao meu cachorro, por ser amor também.

Aos amigos todos, aos momentos. Ao doce luar da Lu. Ao perfume, mesmo que distante, da Rosa. Ao sorrir, com ou sem terra fresca. À língua hermana, Adriana.

Aos mestres, graduados ou não. Ao brilho e Ciência do olhar lusitano. Ao silêncio e suavidade da outra Rosa, que também é Maria.

Ao Laboratório, à grandeza feita de singulares seres.

À sabedoria e doçura do poeta da Cura.

Ao descanso do sol, nos sete mil e tantos mares de Faro.

E ao reconforto das terras claras e rasgadas do meu jardim.

*“Pela mágica do dia,
que independeria da gente pensar”
(Oswaldo Montenegro)*

AGRADECIMENTOS II

Agradeço imensamente e com atenção especial a meu orientador pelas poucas, porém insubstituíveis conversas científicas e pessoais. Agradeço por sua competência profissional e por sua simplicidade e zelo no tratar com pessoas.

Agradeço especialmente a Maria Tereza Chiarioni Thomé pela ajuda inestimável em todas as etapas deste trabalho, sem a qual o mesmo teria menos brilho.

Agradeço com carinho a Lucas Nicioli Bandeira pela imensa ajuda na coleta de dados e otimização de metodologias.

Agradeço imensamente ao pessoal do Laboratório de Odontologia Comparada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, que me permitiram realizar as radiografias nos estabelecimentos da Universidade. Especialmente, agradeço a Lenin Arturo Villamizar Martinez e Christina Espana.

Agradeço a Celio Haddad pelo auxílio prestado em todas as etapas de execução deste trabalho.

Agradeço a todos do Laboratório de Herpetologia da Unesp de Rio Claro pela especialidade e singularidade de cada um.

Agradeço à FAPESP pelo auxílio financeiro.

“Tudo o que não invento é falso”

(Manoel de Barros)

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO.....	7
2. INTRODUÇÃO.....	8
3. OBJETIVOS.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1. Morfometria Tradicional.....	13
4.1.1. Amostragem.....	13
4.1.2. Coleta de dados e Análises.....	13
4.2. Morfometria Geométrica.....	17
4.2.1. Amostragem.....	17
4.2.2. Obtenção das radiografias.....	19
4.2.3. Seleção de marcos anatômicos.....	20
4.2.4. Diafanização.....	22
4.2.5. Análise da forma.....	22
5. RESULTADOS.....	24
5.1 Morfometria Tradicional.....	24
5.2 Morfometria Geométrica.....	38
6. DISCUSSÃO.....	42
6.1 Morfometria Geométrica.....	43
6.2 Morfometria tradicional.....	45
7. REFERÊNCIAS.....	51
8. APÊNDICE.....	55

RESUMO

As espécies de *Phyllomedusa* do grupo *burmeisteri* são características da Mata Atlântica brasileira e ocorrem em toda sua extensão. Estas espécies foram definidas morfológicamente e dados genéticos recentes confirmam sua monofilia. Uma ampla variabilidade genética e fenotípica intra e interespecífica é descrita para o grupo *burmeisteri*, no entanto, os processos responsáveis por tamanha diversificação são ainda pouco conhecidos. Este trabalho investiga a variação geográfica interespecífica e populacional de caracteres morfológicos nas cinco espécies do grupo *burmeisteri* através de análises morfométricas tradicionais e geométricas, a fim de averiguar a hipótese de que os padrões de variação fenotípica são concordantes com os padrões de variação genética descritos para o grupo e fazer inferências sobre a história evolutiva dessas espécies. Os resultados revelaram padrões distintos de variação fenotípica. A morfometria tradicional indicou um padrão geográfico de variação de tamanho do corpo com subdivisão do grupo *burmeisteri* em dois grupos morfológicos compostos por *P. bahiana* e *P. burmeisteri*, a nordeste da distribuição, e *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii*, a sudeste. A morfometria geométrica indicou um padrão geográfico leste-oeste de variação de forma do crânio, com *P. distincta* a leste da distribuição e *P. tetraploidea* a oeste. A variação da forma do crânio entre *P. distincta* e *P. tetraploidea* pode estar associada a uma possível origem autopoliplóide de *P. tetraploidea* a partir de *P. distincta*, visto que espécies poliplóides tendem a ser maiores, o que pode guiar à diferenciação também da forma. Essa variação pode ainda estar relacionada à adaptação local por ocupação de diferentes nichos ecológicos, já que a poliploidia pode levar à adaptação diferencial a ambientes mais extremos. A diversificação geográfica do tamanho do corpo nas espécies do grupo *burmeisteri* concorda com os padrões geográficos de variação genética global recentemente descritos para o grupo, o que sugere um isolamento histórico dos grupos nordeste e sudeste anterior à diversificação das cinco espécies.

Palavras-chave: *Phyllomedusa burmeisteri*, variação fenotípica, morfometria

INTRODUÇÃO

O estudo de padrões geográficos de variação genética e fenotípica é uma das abordagens na investigação da diversificação de espécies e/ou populações. Por fornecer informações importantes a respeito de adaptações a habitats diversos, separação histórica e isolamento ecológico, a detecção de padrões geográficos é fundamental para entender processos evolutivos em populações naturais (ALEXANDRINO et al., 2005; ARNTZEN et al., 2007; BENÍTEZ-DÍAZ, 1993; MARCELINO et al., 2009; PUORTO et al., 2001) e, portanto, para auxiliar em decisões taxonômicas e sistemáticas. Por sua vez, estudos sistemáticos e taxonômicos são imprescindíveis como base para traçar políticas adequadas de conservação (NARVAES, 2003).

Recentemente, muitos estudos filogeográficos, biogeográficos, genéticos e morfológicos tem sido realizados para diversos grupos de animais da Mata Atlântica brasileira (ALEXANDRINO et al., 2010, submetido; BALDISSERA et al., 2004; BRUNES, 2009; BRUNES et al., 2010; CARNAVAL & MORITZ, 2008; CLEMENTE-CARVALHO et al., 2008; COSTA et al., 2000; GRAZZIOTIN et al., 2006; MARCELINO et al., 2009; THOMÉ et al., 2010). Este bioma suporta um dos mais altos graus de riqueza de espécies e endemismos do planeta (RIBEIRO et al., 2009; TABARELLI et al., 2005), no entanto, a origem desta diversidade não é bem compreendida. Grande parte dos estudos explorando a distribuição de grupos animais indicam que a diversificação inter e intrapopulacional de muitas espécies apresenta padrões geográficos semelhantes, o que tem levado à proposição de hipóteses variadas, e muitas vezes conflitantes, para explicar a origem de tamanha diversidade genética e fenotípica (ALEXANDRINO et al., 2010, submetido; BRUNES, 2009; CARNAVAL & MORITZ, 2008; CLEMENTE-CARVALHO et al., 2008; COSTA et al., 2000; GRAZZIOTIN et al., 2006; THOMÉ et al., 2010).

O estudo da morfologia através da morfometria é uma ferramenta bastante utilizada na busca por padrões geográficos de diversificação fenotípica em anfíbios (ALEXANDRINO et al., 2005; ARIF et al., 2007; CLEMENTE-CARVALHO et al., 2008; MARCELINO et al., 2009; NARVAES, 2003; VIEIRA et al., 2008). Enquanto a morfometria tradicional encontra padrões de variação influenciados, em maior ou menor escala, pelas maiores medidas relativas presentes no corpo dos animais, a morfometria geométrica permite a averiguação da forma pura, sem a influência desses tamanhos corporais (REIS & MONTEIRO, 1999).

Estudos morfológicos são imprescindíveis em discussões taxonômicas e na definição de espécies e grupos de espécies.

A)



C)



B)



D)



E)



Figura 1: As cinco espécies que compõem o grupo burmeisteri. A) *Phyllomedusa burmeisteri*; B) *Phyllomedusa bahiana*; C) *Phyllomedusa distincta*; D) *Phyllomedusa tetraploidea*; E) *Phyllomedusa iheringii*. (Fotos cedidas por Célio Haddad).

O grupo de **Phyllomedusa burmeisteri** é representado por cinco espécies, todas elas definidas morfológicamente (Figura 1). À semelhança de outros grupos de **Phyllomedusa**, este grupo possui grande variabilidade morfológica intra e interespecífica, tendo sido alvo de confusões taxonômicas históricas (POMBAL & HADDAD, 1992; BRUNES, 2009). Estudos genéticos recentes confirmam a monofilia das espécies do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri** (BRUNES et al., 2010; FAIVOVICH et al., 2010), sugerindo porém a divisão das cinco espécies morfológicas em dois grandes grupos geográficos (BRUNES et al., 2010). A distinção morfológica é feita através da coloração, do padrão de manchas das partes ocultas das coxas e através do canto, o qual, entretanto, não é distinguível para todas as espécies, possuindo maiores semelhanças entre **P. bahiana** e **P. burmeisteri** e entre **P. distincta**, **P. tetraploidea** e **P. iheringii** (POMBAL & HADDAD, 1992; SILVA-FILHO & JUNCA, 2006).

As espécies do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri** são características da Mata Atlântica brasileira, sendo que três delas são endêmicas deste bioma – **Phyllomedusa bahiana**, **P. burmeisteri** e **P. distincta** – enquanto que **P. tetraploidea** habita também ambientes de cerrado e a Mata Atlântica da Argentina e Paraguai, e **P. iheringii**, os Pampas gaúchos e uruguaios (FROST, 2010). Na Mata Atlântica brasileira, estas espécies distribuem-se num continuum geográfico, as duas primeiras ocupando, respectivamente, a região nordeste e sudeste; as duas seguintes ocupando porções distintas (litorânea e continental, respectivamente) dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina; e a última ocorrendo em áreas mais meridionais já fora do bioma da Mata Atlântica (Pampas), apenas no estado do Rio Grande do Sul (FROST, 2010; HADDAD et al., 2008; BRUNES, 2009) (Figura 2). **Phyllomedusa burmeisteri**, **P. distincta**, **P. bahiana** e **P. iheringii** são diplóides, enquanto que **P. tetraploidea** é tetraplóide. Zonas de simpatria entre **P. bahiana** e **P. burmeisteri** nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo e entre **P. distincta** e **P. tetraploidea**, com formação de híbridos triplóides, no estado de São Paulo, são descritas para este grupo de espécies (HADDAD et al., 1994; POMBAL & HADDAD, 1992).

Considerando as confusões taxonômicas históricas descritas para o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**, as relações monofiléticas recentemente demonstradas para o mesmo, a grande semelhança fenotípica já conhecida para as espécies que o compõem, e os grupos geográficos descritos para tal, faz-se necessária uma investigação mais aprofundada dos padrões geográficos de variação fenotípica possivelmente existentes no grupo. Assim, este trabalho tem por objetivos: i) investigar a variação morfológica, através da análise de padrões de diversificação morfométrica, dentro do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**; ii)

examinar a concordância dos padrões de variação genética descritos para o grupo com a possível diversificação fenotípica encontrada; iii) averiguar as relações entre essa diversificação fenotípica e a distribuição geográfica das populações e/ou espécies desse grupo; iv) fazer inferências, a partir da combinação dos dados genéticos e fenotípicos, da história evolutiva dessas espécies.

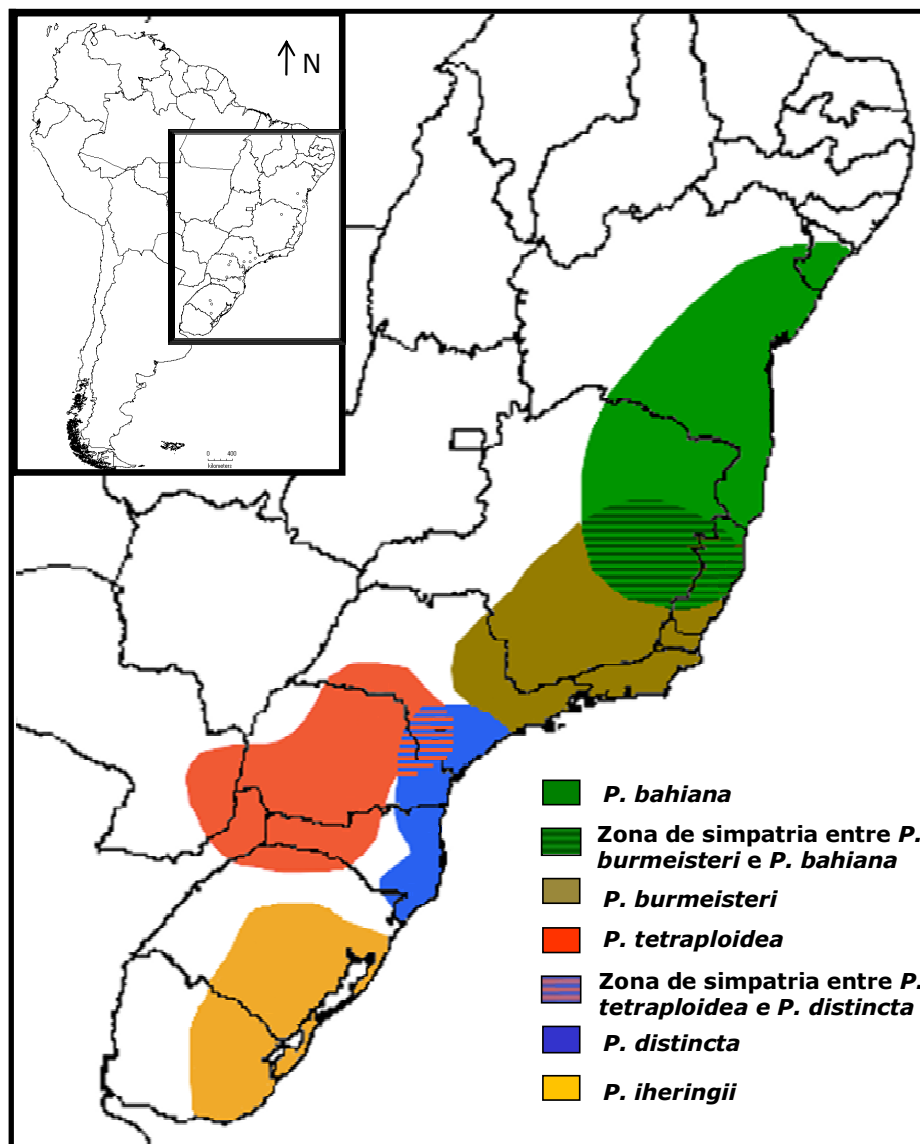


Figura 2: Distribuição do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri* no bioma Mata Atlântica [extraído de Brunes, (2009)].

OBJETIVOS

As perguntas centrais a serem respondidas no presente estudo são: 1) Existem padrões morfométricos geográficos de variação fenotípica nas espécies do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**? 2a.) A variação fenotípica, caso existente, é concordante com a variação genética descrita para o grupo? 2b.) Essa variação dá-se ao nível interespecífico e/ou populacional? (ou seja, essa variação relaciona-se com as distâncias entre populações, com as espécies morfológicas já definidas, ou com ambas?). As hipóteses propostas são as seguintes: 1) A variação fenotípica existe e concorda com os padrões geográficos de variação genética recentemente descritos para o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**; 2a) Essa variação ocorre ao nível populacional, sendo que as distâncias geográficas entre populações norteiam a diversificação; 2b) Essa variação ocorre ao nível interespecífico, sendo o fator “espécie” o responsável pela diversificação; 3) A variação fenotípica existe, porém é contínua (clinal) e não reflete os padrões genéticos descritos para o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**, sendo resultado de isolamento pela distância; 4) Não existem padrões geográficos de variação fenotípica (morfológicas-morfométricas) nas espécies do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da variação fenotípica foi realizado através de análises morfométricas que empregaram duas metodologias distintas, a tradicional e a geométrica. A morfometria tradicional baseou-se na medição de partes externas do corpo dos animais. Já a geométrica baseou-se na análise da forma do crânio dos indivíduos, através da obtenção de radiografias digitais. O detalhamento das metodologias encontra-se a seguir.

Morfometria tradicional

Amostragem

Indivíduos machos adultos foram obtidos das coleções zoológicas de anuros do Laboratório de Herpetologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (CFBH), campus de Rio Claro, SP e do Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, bem como de coletas de campo adicionais. Foram examinados 185 indivíduos classificados dentro das cinco espécies do grupo **burmeisteri** e distribuídos em 46 localidades diferentes, abrangendo toda a distribuição do grupo **burmeisteri** (Figura 4 e Tabela 1). As coletas foram realizadas durante a estação reprodutiva, entre novembro de 2008 e janeiro de 2009. Os animais coletados foram sacrificados utilizando-se anestésico (xilocaína), fixados em solução de formal a 10% e preservados em solução de etanol a 70%. Todos os exemplares foram depositados no acervo de anuros CFBH.

Coleta de dados e Análises

Dezessete medidas morfométricas foram tomadas da região corporal externa de cada macho adulto, utilizando-se um paquímetro digital da marca Mitutoyo, com precisão de 0,01mm (Figura 5). As medidas laterais foram feitas do lado esquerdo dos animais e aquelas consideradas imprecisas foram excluídas do banco de dados.



Figura 4: Distribuição geográfica nas 46 localidades amostradas na análise morfométrica tradicional das espécies do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri*. As localidades encontram-se enumeradas de 1 a 46 de acordo com um eixo Nordeste-Sul. Os números em negrito indicam as localidades com N amostral ≥ 5 . Para maiores detalhes sobre as localidades, ver Tabela 1.

Foram realizadas análises interespecíficas e intraespecíficas (populacionais). Nas análises interespecíficas foram examinados 185 indivíduos classificados dentro das cinco espécies do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri* e distribuídos em 46 localidades diferentes (Figura 4). O objetivo dessas análises foi verificar a variação morfológica de forma independente das populações, ou seja, relacionada mais propriamente às espécies. Nas análises populacionais, por outro lado, o objetivo era identificar as relações entre a variação morfológica e as distâncias entre populações, independentemente das espécies. Para tal, apenas as populações cujo tamanho amostral possuía $N \geq 5$ indivíduos foram consideradas, resultando num total de 155 indivíduos analisados, distribuídos em 23 localidades (Figura 4). Os dados morfométricos foram logaritmizados para reduzir desvios de normalidade e efeitos de distorção causados por relações alométricas.

Tabela 1. Coordenadas das 46 localidades amostradas na análise morfométrica tradicional, enumeradas de acordo com um eixo Nordeste-Sul (código). As localidades destacadas em negrito possuem número amostral ≥ 5 . Os números da quinta e décima colunas correspondem às espécies presentes em cada localidade (1: *Phyllomedusa bahiana*; 2: *P. burmeisteri*; 3: *P. distincta*; 4: *P. tetraploidea*; 5: *P. iheringii*).

Localidades				Espécies presentes				Localidades				Espécies presentes			
	Código	Longitude	Latitude		Código	Longitude	Latitude		Código	Longitude	Latitude		Código	Longitude	Latitude
Areia Branca, SE	1	-37,32	-10,76	1	Parapanema, SP	24	-48,72	-23,39	4						
Indiaroba, SE	2	-37,51	-11,52	1	Maringá, PR	25	-51,94	-23,43	4						
Cachoeira, BA	3	-38,96	-12,62	1	Pilar do Sul, SP	26	-47,72	-23,81	3 e 4						
Maracás, BA	4	-40,43	-13,44	1	Ribeirão Grande, SP	27	-48,37	-24,1	3						
Aurelino Leal, BA	5	-39,33	-14,32	1	Ribeirão Branco, SP	28	-48,77	-24,22	3 e 4						
Uruçuca, BA	6	-39,28	-14,59	1	Pedro de Toledo, SP	29	-47,23	-24,27	3						
Ilhéus, BA	7	-39,05	-14,79	2	Tibagi, PR	30	-50,48	-24,48	4						
Grão Mogol, MG	8	-42,89	-16,56	1	Registro, SP	31	-47,84	-24,49	3						
Caraíva, BA	9	-39,15	-16,81	1	Eldorado, SP	32	-48,11	-24,52	3						
Conceição da Barra, ES	10	-39,73	-18,59	1 e 2	Iporanga, SP	33	-48,59	-24,59	3						
São Mateus, ES	11	-39,86	-18,72	2	Iguape, SP	34	-47,56	-24,71	3						
Linhares, ES	12	-40,07	-19,39	2	Guaraqueçaba, PR	35	-48,33	-25,31	3						
Aracruz, ES	13	-40,27	-19,82	1 e 2	Antonina, PR	36	-48,71	-25,43	3						
Catas Altas, MG	14	-43,41	-20,07	2	Matinhos, PR	37	-48,54	-25,82	3						
Muniz Freire, ES	15	-41,41	-20,46	2	Guaratuba, PR	38	-48,57	-25,88	3						
São José do Rio Pardo, SP	16	-46,89	-21,6	2	Cruz Machado, PR	39	-51,35	-26,02	4						
Corumbataí, SP	17	-47,63	-22,22	2	São Bento do Sul, SC	40	-49,38	-26,25	3						
Rio Claro, SP	18	-47,56	-22,41	2	São Domingos, SC	41	-52,53	-26,56	4						
Queluz, SP	19	-44,77	-22,54	2	Barra Velha, SC	42	-48,68	-26,63	3						
Duque de Caxias, RJ	20	-43,31	-22,79	2	Chapecó, SC	43	-52,62	-27,1	4						
Bandeirantes, PR	21	-50,37	-23,11	4	Derrubadas, RS	44	-53,97	-27,24	4						
Jundiá, SP	22	-46,88	-23,19	2	Treviso, SC	45	-49,46	-28,52	3						
São Luis do Paraitinga, SP	23	-45,31	-23,22	4	São Sepé, RS	46	-53,58	-30,25	5						

Análises de Componentes Principais (**PCA**) foram usadas para realizar comparações interespecíficas e populacionais com base no conjunto das variáveis morfométricas medidas. Análises Discriminantes (**DA**) foram usadas para discriminar os possíveis padrões encontrados. Primeiramente, efetuou-se uma PCA com dados logaritmizados (daqui em diante designada por ***PCA**) e, após a constatação de uma elevada influência do tamanho do corpo em todas as outras variáveis morfométricas (o primeiro eixo explicou 80,79% da variância), utilizou-se em novas análises os resíduos da regressão linear entre os logaritmos do comprimento Rostro-Cloacal e os logaritmos de cada variável morfométrica, a fim de avaliar a variação mais associada à forma do corpo, independentemente das diferenças de comprimento Rostro-Cloacal. Foi então realizada uma PCA com a matriz de dados resultante (daqui em diante designada por **#PCA**). A avaliação de eventuais padrões geográficos de variação morfométrica foi realizada através da representação gráfica dos fatores individuais de pontuação, bem como de suas médias populacionais (centróides), gerados pelas PCAs, em cada um dos eixos principais resultantes das PCAs. Essas mesmas matrizes foram utilizadas para realizar análises discriminantes (**DA**) dos possíveis grupos fenotípicos sugeridos pelas PCAs. Estes grupos, bem como os cinco grupos relacionados às espécies (ambos denominados grupos reais – **GR**) foram então comparados com grupos fictícios (**GF**). Foram criados diversos grupos fictícios: i) tanto ao longo do gradiente latitudinal de distribuição das espécies (Figura 2); ii) quanto de forma aleatória relativamente à região geográfica ocupada por cada uma delas, ambos respeitando os limites interespecíficos; iii) e ainda considerando apenas o gradiente geográfico, sem menção à classificação taxonômica. Todos os grupos tiveram o objetivo de testar o grau de discriminação dentre as espécies ou populações ao longo de seu gradiente de distribuição. Desta análise foram obtidos gráficos de presença e ausência de grupos ao longo desta distribuição. Toda a análise multivariada foi efetuada com o software Statistica 6.0 (StatSoft, 1993).

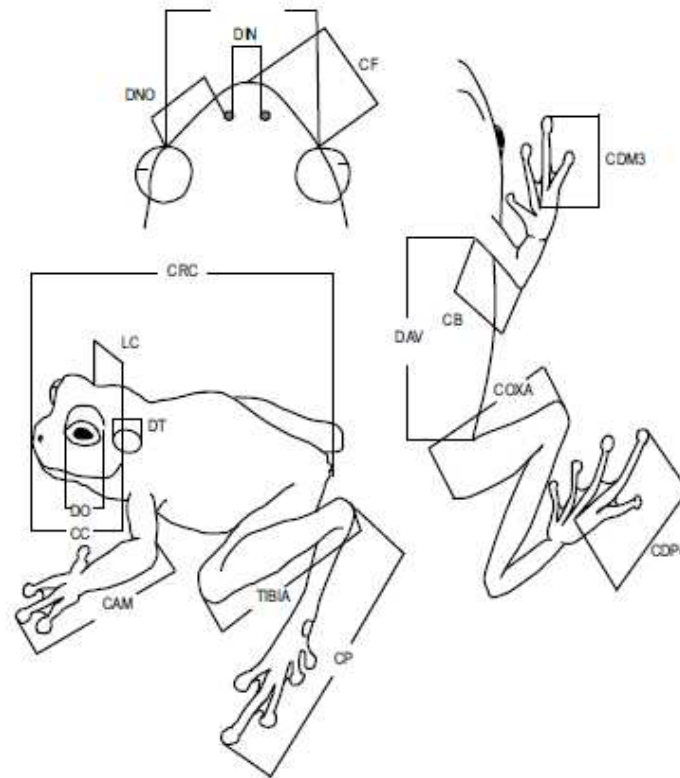


Figura 5. Medidas tomadas dos indivíduos do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri*: comprimento rostro-cloacal (CRC); comprimento da cabeça (CC); largura da cabeça (LC); comprimento do focinho (CF) distância internasal (DIN); distância interorbital (DIO); diâmetro do olho (DO); distância narina-olho (DNO); diâmetro do tímpano (DT); comprimento do braço (CB); comprimento do antebraço (CAM); comprimento do 3º dedo da mão (CDM3); Distância axila-virilha (DAV); Comprimento da coxa (COXA); Comprimento da tíbia (TIBIA); comprimento do pé (CP); comprimento do 4º dedo do pé (CDP4). [(Modificada de Marcelino e colaboradores (2009)].

Morfometria Geométrica

A morfometria geométrica utiliza-se da definição de marcos anatômicos iguais para todos os indivíduos a serem analisados. A partir desses marcos são geradas configurações individuais de forma que são comparadas com uma configuração consenso, obtendo-se, assim, variáveis de forma.

Amostragem

Indivíduos machos adultos foram obtidos da coleção zoológica de anuros do Laboratório de Herpetologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (CFBH), campus de Rio Claro, SP. Estes indivíduos foram os mesmos utilizados nas análises

de morfometria tradicional. Foram radiografados 115 indivíduos classificados dentro das cinco espécies do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri* e distribuídos em 37 localidades. Esse número foi inferior àquele utilizado nas análises tradicionais pois incluiu somente os exemplares da coleção CFBH. Isto se deveu à impossibilidade de se deslocar os exemplares do Museu Nacional para o estado de São Paulo, onde as variáveis geométricas foram obtidas. Devido a problemas de descalcificação e posição durante a fixação dos animais, foram utilizadas, para a análise de morfometria geométrica, 85 radiografias, das 115 obtidas. Estes indivíduos provinham de 26 localidades distintas (Figura 6 e Tabela 2). Devido ao reduzido número amostral por localidade, não foi possível realizar análises populacionais, somente interespecíficas.

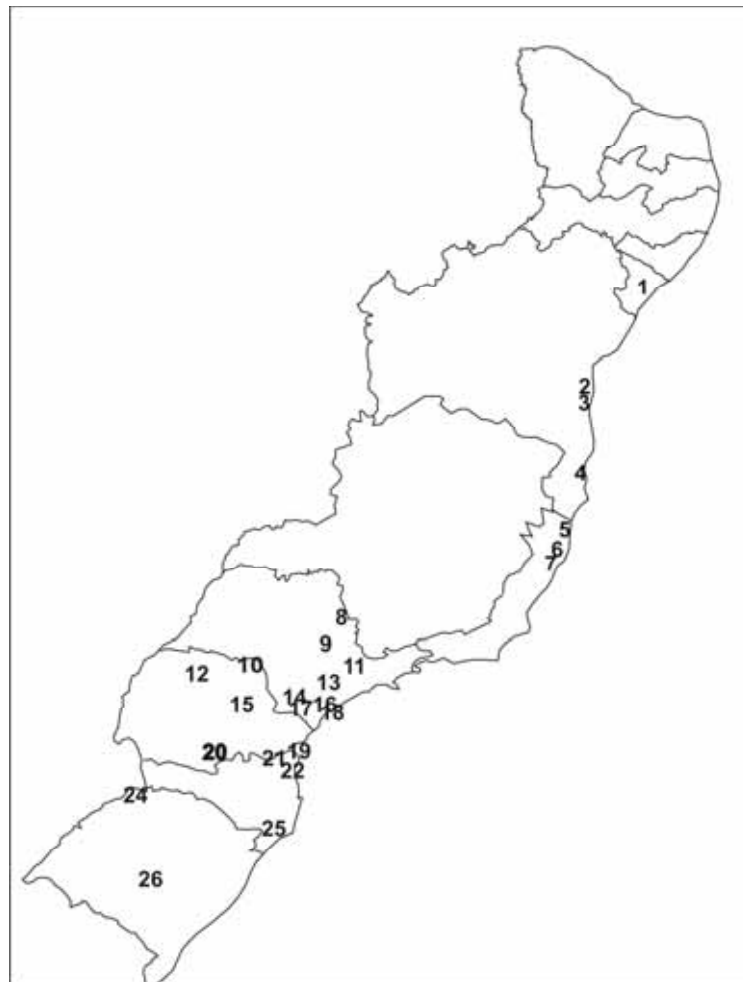


Figura 6: Distribuição geográfica das espécies do grupo *burmeisteri* nas 26 localidades amostradas para a análise morfométrica geométrica. As localidades encontram-se enumeradas de 1-26 de acordo com um eixo Nordeste-Sul. Ver Tabela 2 para os nomes das localidades.

Tabela 2. Coordenadas das 26 localidades amostradas para a análise morfométrica geométrica, numeradas em um eixo Nordeste-Sul (código). Os números da penúltima coluna correspondem às espécies presentes em cada localidade (1: *Phyllomedusa bahiana*; 2: *P. burmeisteri*; 3: *P. distincta*; 4: *P. tetraploidea*; 5: *P. iheringii*). Os números da última coluna correspondem ao número amostral por localidade.

Localidade	Código	Longitude	Latitude	Espécies presentes	Número de indivíduos
Maracás	1	-40,43	-13,44	1	5
Aurelino Leal	2	-39,33	-14,32	1	5
Uruçuca	3	-39,28	-14,59	1	3
Caraíva	4	-39,15	-16,81	1	1
Conceição da Barra	5	-39,73	-18,59	2	1
Linhares/Sooretama	6	-40,07	-19,39	2	1
Aracruz	7	-40,27	-19,82	1 e 2	2 (sp. 1) e 3 (sp. 2)
São José do Rio Pardo	8	-46,89	-21,6	2	4
Rio Claro	9	-47,56	-22,41	2	1
Bandeirantes	10	-50,37	-23,11	4	1
Jundiá	11	-46,88	-23,19	2	1
Maringá	12	-51,94	-23,43	4	4
Pilar do Sul	13	-47,72	-23,81	3 e 4	1 (sp. 3) 3 1 (sp. 4)
Ribeirão Branco	14	-48,77	-24,22	3 e 4	1 (sp. 3) e 3 (sp. 4)
Tibagi	15	-50,47	-24,47	4	4
Registro	16	-47,84	-24,49	3	2
Iporanga	17	-48,59	-24,59	3	1
Iguape	18	-47,56	-24,71	3	2
Matinhos	19	-48,54	-25,82	3	1
Cruz Machado	20	-51,35	-26,02	4	5
São Bento do Sul	21	-49,38	-26,25	3	1
São Domingos	22	-52,53	-26,56	4	1
Barra Velha	23	-48,68	-26,63	3	2
Derrubadas	24	-53,97	-27,24	4	4
Treviso	25	-49,46	-28,52	4	5
São Sepé	26	-53,58	-30,25	5	3

Obtenção das radiografias:

Para a obtenção das variáveis de forma, primeiramente foram tomadas radiografias do crânio dos indivíduos. As radiografias foram tiradas no Laboratório de Odontologia Comparada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. A técnica utilizada para a obtenção dos raios-x foi a do paralelismo, na qual o objeto de estudo é posicionado paralelamente ao sensor de raios-x. O sensor digital utilizado foi do tipo CCD odontológico #2 e o aparelho de raio-x do modelo ASTEX COLUNA MOVEFLEX,

com voltagem de 70 kV e 7mA de amperagem. O tempo de exposição de cada animal variou de 0,20 a 0,25 segundos, dependendo do tamanho e grau de calcificação. O software utilizado para computar as radiografias foi o **Dr. Suni Radiography System**.

Os animais foram posicionados com a região ventral apoiada sobre uma placa de acrílico, de forma que seu corpo permanecesse em cima da placa e a cabeça além da extremidade da placa, portanto, com sua superfície mandibular livre de qualquer material que pudesse interferir na radiografia. Sob a placa de acrílico foi colocado um suporte feito de massinha de modelar que permitiu o ajuste da placa de acordo com a linha paralela entre a mandíbula do animal e o sensor digital (no qual a radiografia seria enviada para um computador acoplado). Sob o suporte de massinha uma outra placa de acrílico, fixada à mesa onde as radiografias estavam sendo tiradas, mantinha a posição relativa dos animais. O sensor digital foi posicionado imediatamente abaixo da superfície ventral livre da cabeça do animal. Sob o sensor foi colocado um suporte feito de massinha de modelar que proporcionava o ajuste do sensor numa linha paralela com a cabeça do animal. O sensor foi ligado a um computador através de um fio conector fixado na mesa onde as radiografias estavam sendo tiradas. O fio fixado à mesa teve o objetivo de fixar a posição do sensor relativamente à mesa, mas deixar a placa do sensor movel no sentido vertical. O aparelho de raios-x foi posicionado sempre em linha paralela com a superfície dorsal da cabeça do animal, a uma distância de 15 cm. A distância foi mantida para todas as radiografias. As posições da placa do sensor, do suporte de acrílico que carregava o exemplar e do aparelho de raios-x foram alteradas para cada animal radiografado, conforme a angulação da cabeça deste, mantendo sempre uma linha paralela destes três em relação à cabeça. A radiação foi emitida mediante um dispositivo de acionamento, sempre a uma distância segura da fonte de emissão, que se encontrava isolada numa sala fechada. As radiografias foram enviadas diretamente para o computador conectado ao sensor. Um programa de edição permitiu o ajuste do contraste e brilho de cada imagem. Alguns animais foram radiografados mais de uma vez, até a obtenção da melhor imagem possível.

Seleção de marcos anatômicos

Para analisar a variação da forma do crânio foram definidos, nas radiografias obtidas, dez marcos anatômicos (landmarks) iguais para todos os animais estudados e distribuídos o mais homoganeamente possível ao longo do crânio (Figura 7). Estes pontos foram escolhidos com base na certeza da sua identificação em todos os exemplares, e localizaram-se, em sua maioria, em regiões de junção entre ossos ou que constituíam sua base, ápice ou maior

curvatura. A análise discriminante **Stepwise** realizada no conjunto de dados utilizados na morfometria tradicional ajudou a nortear a escolha dos pontos, pois nesta análise a maioria das variáveis selecionadas (automaticamente) como mais representativas da discriminação de grupos estavam relacionadas à região do crânio. Devido à simetria, os landmarks foram definidos apenas para o lado esquerdo do crânio dos animais. Para auxiliar na localização dos pontos, foram utilizadas imagens de animais diafanizados, obtidas através de câmera **Nikon Digital Sight DS-SI1** acoplada à lupa **Nikon SMZ 1500** (Figura 8). As coordenadas de cada landmark foram obtidas com a utilização do software **tpsDig**, disponível em <http://life.bio.sunysb.edu/morph>.

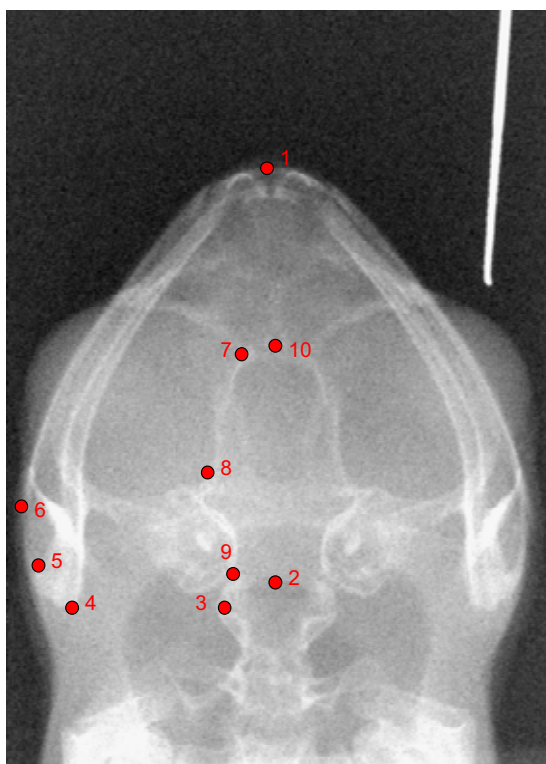


Figura 7: Marcos anatômicos definidos a partir da radiografia dorsal do crânio dos indivíduos de *Phyllomedusa* do grupo *burmeisteri* (na foto: *P. burmeisteri*). Os marcos anatômicos são representados pelos círculos vermelhos: (1) sutura anterior entre premaxilas; (2) **forâmen magnum**; (3) côndilo occipital; (4) base posterior do quadratojugal; (5) base anterior do quadratojugal; (6) final posterior da premaxila; (7) sutura entre frontoparietal e esfentimóide; (8) curvatura anterior máxima da cápsula ótica; (9) sutura posterior entre proótico e occipital; (10) máxima curvatura anterior do esfentimóide. Escala: 1,5 cm. [Baseado em Clemente-Carvalho e colaboradores (2008) e Sheil & Alamillo (2005)]

Diafanização:

Para auxiliar na definição dos marcos anatômicos, os quais serviriam como coordenadas de variação de forma, foram diafanizados três exemplares das espécies do grupo de ***Phyllomedusa burmeisteri*** (Figura 8). Para tal, os exemplares tiveram sua pele removida e passaram por uma série de desidratação com etanol 70%, 90% e 95%, por aproximadamente 12 horas em cada solução. As cartilagens foram então coradas em solução contendo 30% de ácido acético glacial em etanol 80%, com 30 mg de azul de alcian/100 ml de solução, por aproximadamente 5 horas. A neutralização foi realizada com solução saturada de Bórax por três dias, com troca diária da solução. Na sequência, realizou-se a evisceração e a diafanização deu-se em solução 30% saturada de bórax com 1g/l de tripsina, até que o músculo ficasse transparente. A coloração dos ossos foi realizada em solução aquosa de KOH (0,5-1%) contendo uma pitada de vermelho de alizarina, até que estes adquirissem coloração vermelha. A remoção do excesso de corante foi realizada através da lavagem em solução de KOH (0,5-1%). A estocagem deu-se em série de glicerina 40, 60 e 95% em solução de KOH, permanecendo um dia em cada série. Para a conservação do exemplares, foram adicionados cristais de timol na última solução.



Figura 8: Exemplar de ***Phyllomedusa tetraploidea*** diafanizado. Escala: 5000 µm = 0,5 cm

Análise da forma

Para cada radiografia de cada indivíduo do grupo de ***Phyllomedusa burmeisteri*** incluído na análise de forma, as coordenadas x e y de cada marco anatômico foram traduzidas

para a origem (i.e., centradas), alinhadas ao centroíde e rotacionadas para minimizar a soma das distâncias quadradas entre os landmarks homólogos. O alinhamento dos crânios foi baseado no procedimento de **Procrustes**, disponível em Rohlf e Slice (1990). As coordenadas alinhadas foram computadas para gerar uma configuração consenso (média), que define um ponto de tangência entre um espaço de forma curvo e uma aproximação linear ao espaço Euclidiano. Os componentes de variação de forma foram computados a partir de uma matriz de energia cujos elementos são funções das distâncias entre quaisquer landmarks na configuração consenso. A decomposição espectral dessa matriz de energia gera autovetores ortogonais e uma matriz diagonal de autovalores. Os autovetores (**Principal Warps**) são eixos multimensionais que descrevem possíveis variações na forma do crânio em diferentes escalas geométricas e espaciais. A magnitude dos autovalores é inversamente relacionada à escala geométrica. Autovalores altos são associados com diferenças de forma em pequena escala que aparecem como mudanças na posição dos landmarks que estão espacialmente próximos. Autovalores pequenos são associados com mudanças na forma que aparecem de deformações em larga escala. As coordenadas alinhadas x e y (referentes aos landmarks) foram projetadas sobre os autovetores para gerar as variáveis de forma (**Parcial Warps**). A matriz dessas variáveis foi então computada para dois valores de α , expoente que permite a atribuição diferencial de peso para as variáveis, de acordo com a escala espacial. Com $\alpha = 1$, atribui-se maior peso às escalas maiores, enquanto com $\alpha = -1$ atribui-se peso maior às escalas menores. As variáveis de forma tiveram a dimensão de $2p-6=16$, para $p = 10$ landmarks. A redução dimensional destas variáveis foi alcançada através da Análise de **Relative Warps**, a fim de determinar as direções principais da variação de forma na amostra estudada. As diferenças na forma do crânio foram visualizadas através da projeção dos espécimes sobre os eixos principais de variação, e da regressão dos **scores** das 16 variáveis de forma (**Parcial Warps**) sobre cada eixo principal de variação (gerado pela Análise de **Relative Warps**). Essas diferenças foram representadas por grades de deformação geradas a partir da configuração consenso de cada grupo encontrado na projeção dos espécimes sobre os eixos principais de variação. Devido ao baixo número amostral não foi possível realizar análises populacionais; portanto, os grupos foram considerados segundo limites interespecíficos. Todas as análises foram realizadas através dos softwares **tpsRelw**, **tpsUtil**, **tpsSpln** e **tpsSuper**, disponíveis em <http://life.bio.sunysb.edu/morph>. A metodologia foi adaptada de Clemente-Carvalho e colaboradores (2008).

RESULTADOS

Morfometria Tradicional

A PCA com os dados brutos (*PCA) resultou em dois eixos principais que explicam, conjuntamente, 84,14% da variação total (Tabela 3 e Figura 9). O primeiro eixo é fortemente correlacionado ao comprimento rostro-cloacal (*CP1 = -0,974; Tabela 3), sendo que os demais eixos também se relacionam de forma estreita com esta variável (Figura 10). Os fatores individuais de pontuação dos 185 indivíduos incluídos na análise interespecífica estão representados ao longo do primeiro e segundo eixos da PCA (*PC1 e *PC2; Figura 11). Formam-se dois grandes grupos morfológicos ao longo do primeiro eixo, representado pelo tamanho do corpo. Tais grupos estão relacionados às espécies, o primeiro agrupando *P. bahiana* e *P. busmeisteri* (grupo Nordeste) e o segundo agrupando *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* (grupo Sudeste-Sul). Os 155 indivíduos das 23 localidades incluídas na análise populacional apresentaram o mesmo padrão de divisão em dois grupos morfológicos guiados pela variação de tamanho. Os fatores individuais de pontuação destes indivíduos, bem como suas médias por população, estão representados na Tabela 4 e Figuras 12A e 12B, respectivamente.

Tabela 3. Coeficientes dos dois primeiros Componentes Principais (*CP) para as 17 medidas morfométricas dos 185 indivíduos de *Phyllomedusa* do grupo *busmeisteri* incluídos na análise interespecífica. As variáveis encontram-se definidas na Figura 5.

Variáveis	*CP1	*CP2	Variáveis	*CP1	*CP2
CRC	-0,974144	0,064953			
CC	-0,968493	0,085569	CAM	-0,958767	-0,122009
LC	-0,964336	0,051523	CDM3	-0,811678	-0,433057
CF	-0,857472	0,263674	DAV	-0,862474	-0,015479
DIN	-0,787239	-0,058848	COXA	-0,902725	0,034204
DIO	-0,955439	0,144791	TÍBIA	-0,974335	0,038643
DO	-0,844544	0,155486	CP	-0,970538	-0,049991
DNO	-0,87773	0,288846	CDP4	-0,875779	-0,293073
DT	-0,762317	-0,244596	Variância explicada (%)	80,79374	3,3491
CB	-0,888994	0,006939	Variância cumulativa(%)	80,7937	84,1428

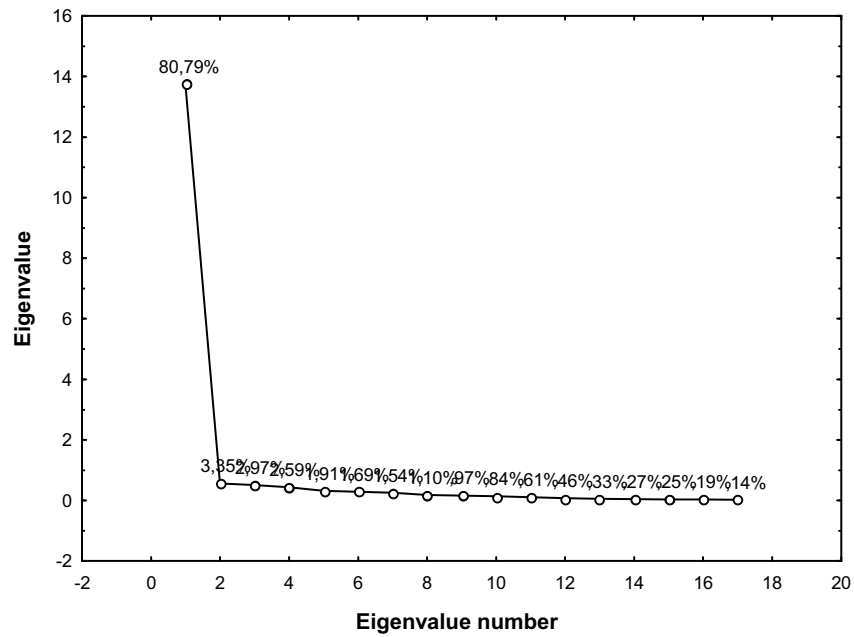


Figura 9. Índices de variância de cada Componente Principal (*PCA). Os dois primeiros eixos explicam 84,14% da variância total.

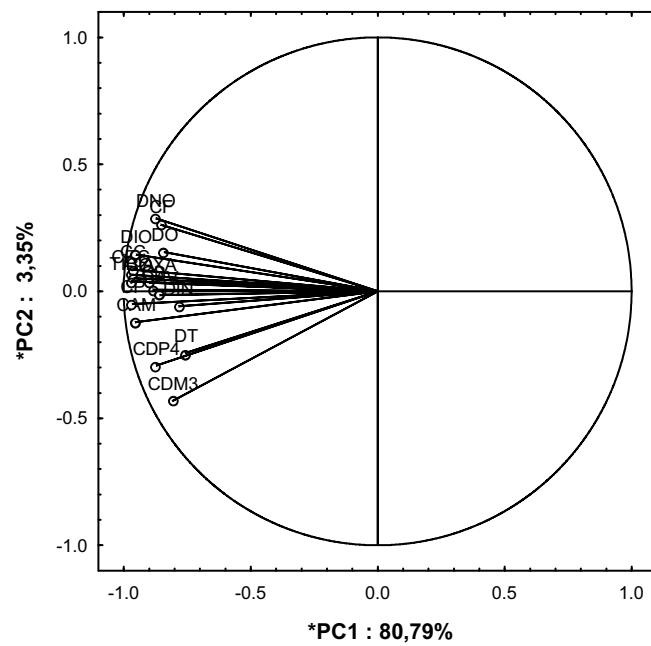


Figura 10. Correlação entre as variáveis morfométricas em relação aos dois primeiros eixos principais (*CP1 e *CP2).

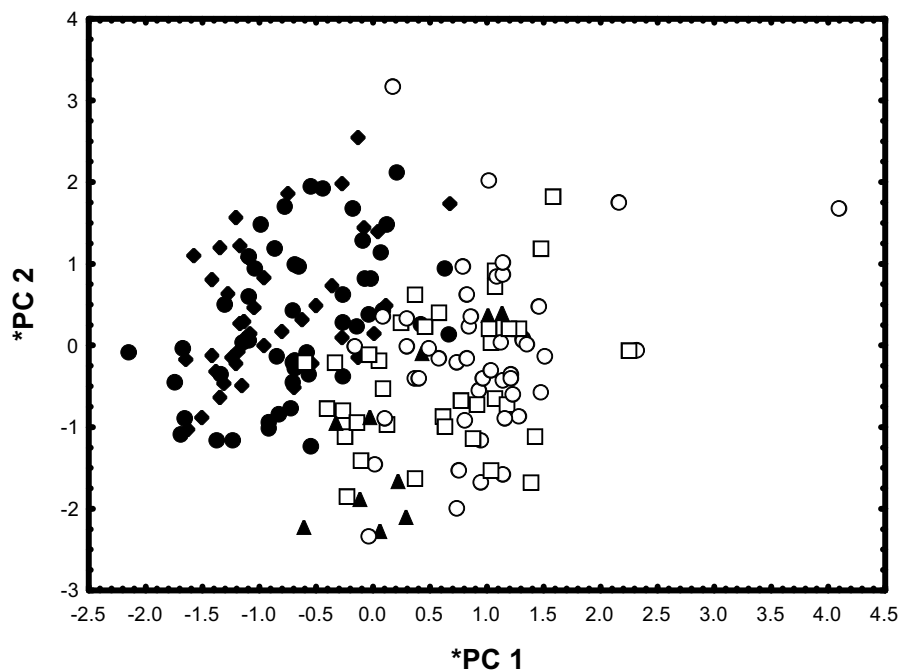
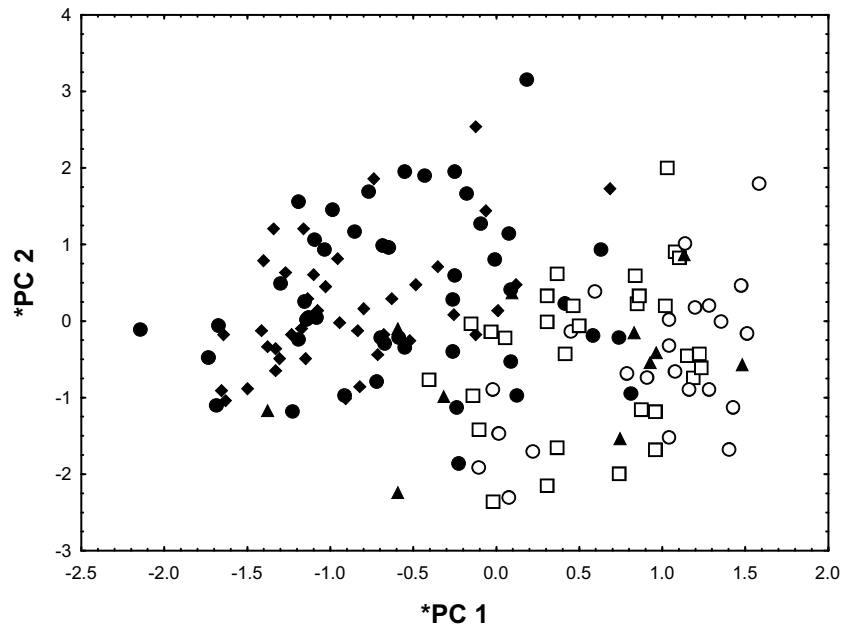


Figura 11. Valores dos fatores individuais nos dois primeiros eixos da *PCA para os 185 indivíduos das 46 localidades incluídas na análise interespecífica (♦ *P. bahiana*; ● *P. burmeisteri*; □ *P. tetraploidea*; ○ *P. distincta*; ▲ *P. iheringii*).

Tabela 4: Médias dos fatores individuais de pontuação para as 23 populações amostradas. As localidades estão definidas na Tabela 1.

Localidade	*CP 1	*CP 2	Número de indivíduos	Localidade	*CP 1	*CP 2	Número de indivíduos
2	-1,17157	0,37294	5	25	-0,17522	-0,92734	5
4	-0,5018	0,63972	8	27	0,5522	0,28042	6
5	-1,35027	0,06578	7	28	0,49963	-0,37859	7
6	-1,0999	-0,16851	8	30	-0,00144	-1,51878	9
8	-0,16635	0,87735	6	32	0,84596	-0,06157	5
10	-0,6652	0,24806	7	34	0,45047	-0,49576	6
12	-1,31238	-0,04983	11	35	0,58691	0,58278	5
13	-1,0074	0,78007	9	39	0,81929	-1,40193	5
14	-0,88239	-0,12828	9	44	0,61875	-0,37448	6
15	-0,63183	-0,29275	5	45	1,32355	0,27213	6
16	0,09795	0,88292	5	46	1,1983	-0,50284	11
20	-0,46479	0,60231	5				

A)



B)

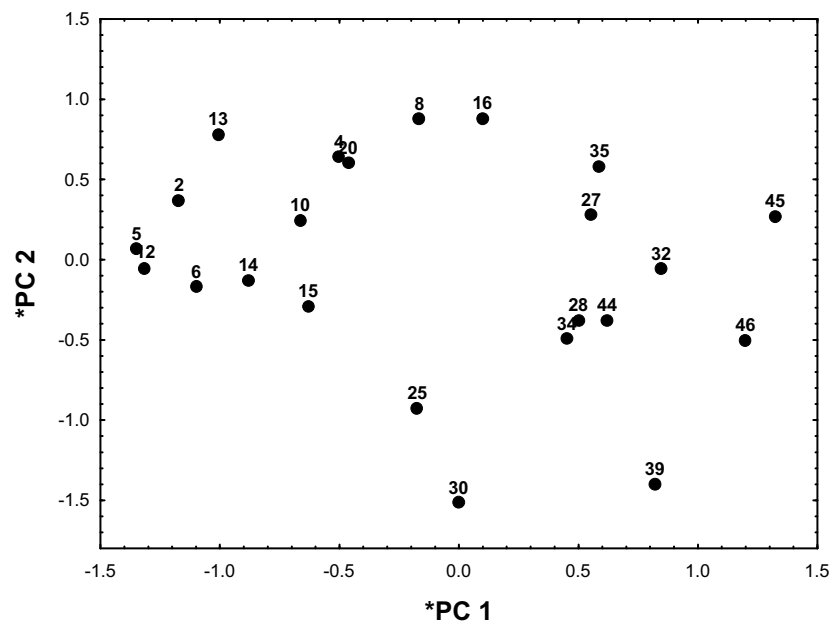


Figura 12. Análise populacional nas 23 localidades com $N \geq 5$. **A)** Valores dos fatores individuais de pontuação nos dois primeiros eixos da *PCA para os 155 indivíduos utilizados na análise populacional (\blacklozenge *P. bahiana*; \bullet *P. burmeisteri*; \square *P. tetraploidea*; \circ *P. distincta*; \blacktriangle *P. iheringii*); **B)** Médias dos fatores individuais da *PCA para as 23 populações amostradas. As localidades estão definidas na Tabela 1.

As Análises Discriminantes (**DA**) feitas com base nos grupos morfológicos sugeridos pela PCA revelaram alta porcentagem de classificação correta das espécies alocadas nesses grupos (λ de Wilks' = 0, 269; Tabela 5 e Figura 13). Ao todo, apenas sete indivíduos foram mal classificados, dentre os 185 analisados (Tabela 6; IDs: 11, 78, 83, 90, 95, 96, 102). A variável tamanho do corpo (CRC) norteou mais uma vez a variação verificada no grupo. As variáveis DIN e DIO também apresentaram altos valores para a matriz de fatores no eixo de maior variação (Tabela 7). Percentuais elevados de classificação correta também foram verificados nas DA(s) feitas com grupos estipulados segundo a classificação taxonômica já conhecida para as espécies (Tabela 8 e Figuras 14 e 15), bem como naquelas que se basearam em agrupamentos fictícios definidos em consonância com a distribuição gradual e limites taxonômicos (Tabela 09). Em contrapartida, as DA(s) que utilizaram uma ordenação de grupos aleatória – relativamente à distribuição das espécies – apresentaram baixa discriminação (percentuais de classificação correta inferiores a 70%), assim como aquelas cuja ordenação de grupos seguiu somente a distribuição geográfica, desconsiderando limites interespecíficos (Tabela 10 e Figura 16).

Tabela 5: Matriz determinante de classificação entre os grupos reais (**GR**) sugeridos pela *PCA. N = grupo Nordeste; S = grupo Sudeste-Sul. As colunas **N** e **S** correspondem às classificações previstas e as linhas **N** e **S**, às classificações observadas. O cruzamento da linha N com a coluna N revela o número de indivíduos cujas espécies foram corretamente classificadas pela análise discriminante dentro do grupo proposto (grupo Nordeste). O cruzamento da linha N com a coluna S revela o número de indivíduos cujas espécies foram erroneamente classificadas pela análise discriminante dentro do grupo proposto (grupo Nordeste). O mesmo vale para o cruzamento da linha S com as colunas N e S. A significância foi estipulada proporcionalmente ao número de indivíduos por grupo.

Grupo	Classificação	
	N	S
	p= 0,49730	p= 0,50270
	Classificação correta (%)	
N	95,65218	88
S	95,69892	4
Total	95,67567	89
	92	93

Tabela 6: Probabilidades de classificação de cada indivíduo dentro de cada grupo. As classificações incorretas são marcadas com um asterisco (*). ID = indivíduo; sp. = espécie; LOC = localidade; CP = classificação prevista; N = grupo Nordeste; S = grupo Sudeste-Sul. Ver Tabela 1 para descrição das localidades.

ID	sp.	LOC	CP	N	S	ID	sp.	LOC	CP	N	S	ID	sp.	LOC	CP	N	S
1	1	2	N	1	0	63	1	13	N	1,00000	0,00010	125	4	30	S	0,00800	0,99200
2	1	2	N	0,99900	0,00100	64	1	13	N	0,99790	0,00210	126	4	30	S	0,00600	0,99400
3	1	2	N	0,99600	0,00400	65	1	13	N	0,99890	0,00110	127	3	31	S	0,00400	0,99600
4	1	2	N	1,00000	0,00000	66	1	13	N	0,99840	0,00160	128	3	31	S	0,00100	0,99900
5	1	2	N	0,99900	0,00100	67	2	14	N	0,99990	0,00010	129	3	32	S	0,00300	0,99700
6	1	3	N	0,97800	0,02200	68	2	14	N	0,95660	0,04340	130	3	32	S	0,00000	1,00000
7	1	3	N	0,65900	0,34200	69	2	14	N	0,99090	0,00910	131	3	32	S	0,09800	0,90200
8	1	4	N	0,97200	0,02800	70	2	14	N	0,99990	0,00010	132	3	32	S	0,00000	1,00000
9	1	4	N	0,95600	0,04400	71	2	14	N	0,98950	0,01050	133	3	32	S	0,37100	0,62900
10	1	4	N	0,95400	0,04600	72	2	15	N	0,66100	0,33900	134	3	33	S	0,45700	0,54300
11*	1	4	N	0,44400	0,55700	73	2	15	N	0,99510	0,00500	135	3	34	S	0,01000	0,99000
12	1	4	N	0,98400	0,01700	74	2	15	N	0,97110	0,02890	136	3	34	S	0,06100	0,93900
13	1	4	N	1,00000	0,00000	75	2	15	N	0,99980	0,00030	137	3	34	S	0,78900	0,21100
14	1	4	N	1,00000	0,00000	76	2	15	N	0,98400	0,01600	138	3	34	S	0,00200	0,99800
15	1	4	N	0,99900	0,00100	77	2	16	N	0,73720	0,26280	139	3	34	S	0,00000	1,00000
16	1	5	N	1,00000	0,00000	78*	2	16	N	0,46400	0,53600	140	3	34	S	0,16600	0,83400
17	1	5	N	0,99700	0,00300	79	2	16	N	0,97510	0,02490	141	3	35	S	0,06400	0,93600
18	1	5	N	0,99700	0,00300	80	2	16	N	0,99720	0,00280	142	3	35	S	0,39200	0,60800
19	1	5	N	0,99500	0,00500	81	2	16	N	0,79670	0,20330	143	3	35	S	0,06700	0,93300
20	1	5	N	0,99900	0,00100	82	2	17	N	0,88430	0,11570	144	3	35	S	0,17000	0,83000
21	1	5	N	1,00000	0,00000	83*	2	17	N	0,35040	0,64960	145	3	35	S	0,29100	0,70900
22	1	5	N	1,00000	0,00000	84	2	18	N	0,99880	0,00120	146	3	36	S	0,00000	1,00000
23	1	6	N	0,98900	0,01100	85	2	19	N	0,93950	0,06050	147	3	36	S	0,00100	0,99900
24	1	6	N	0,92000	0,08000	86	2	20	N	0,97240	0,02760	148	3	37	S	0,02600	0,97400
25	1	6	N	0,99700	0,00300	87	2	20	N	0,93380	0,06620	149	3	38	S	0,00400	0,99700
26	1	6	N	0,99300	0,00700	88	2	20	N	0,99920	0,00080	150	3	38	S	0,00000	1,00000
27	1	6	N	1,00000	0,00000	89	2	20	N	0,99910	0,00090	151	4	39	S	0,00200	0,99800
28	1	6	N	0,91100	0,08900	90*	2	20	N	0,15140	0,84860	152	4	39	S	0,00000	1,00000

ID	sp.	LOC	CP	N	S	ID	sp.	LOC	CP	N	S	ID	sp.	LOC	CP	N	S
29	1	6	N	0,99800	0,00200	91	4	21	S	0,00160	0,99840	153	4	39	S	0,00000	1,00000
30	1	6	N	0,99200	0,00800	92	2	22	N	0,99960	0,00040	154	4	39	S	0,00000	1,00000
31	2	7	N	0,99600	0,00400	93	2	22	N	0,81820	0,18180	155	4	39	S	0,00000	1,00000
32	1	8	N	1,00000	0,00000	94	4	23	S	0,02150	0,97850	156	3	40	S	0,01500	0,98500
33	1	8	N	0,99500	0,00500	95*	4	24	S	0,53370	0,46630	157	4	41	S	0,08000	0,92000
34	1	8	N	0,99300	0,00700	96*	4	25	S	0,91530	0,08470	158	3	42	S	0,00000	1,00000
35	1	8	N	0,89500	0,10500	97	4	25	S	0,00930	0,99070	159	3	42	S	0,00300	0,99700
36	1	8	N	0,67100	0,32900	98	4	25	S	0,30450	0,69550	160	3	42	S	0,00000	1,00000
37	1	8	N	0,97000	0,03000	99	4	25	S	0,02030	0,97980	161	3	42	S	0,00000	1,00000
38	1	9	N	1,00000	0,00000	100	4	25	S	0,31220	0,68780	162	4	43	S	0,00700	0,99300
39	2	10	N	0,99500	0,00500	101	3	26	S	0,03530	0,96470	163	4	44	S	0,08800	0,91200
40	2	10	N	0,91600	0,08400	102*	4	26	S	0,77920	0,22080	164	4	44	S	0,00100	0,99900
41	2	10	N	1,00000	0,00000	103	3	27	S	0,02550	0,97450	165	4	44	S	0,00000	1,00000
42	2	10	N	0,99100	0,00900	104	3	27	S	0,46720	0,53280	166	4	44	S	0,01800	0,98200
43	2	10	N	0,97900	0,02100	105	3	27	S	0,03690	0,96310	167	4	44	S	0,00000	1,00000
44	2	10	N	0,99400	0,00600	106	3	27	S	0,00420	0,99580	168	4	44	S	0,00100	0,99900
45	1	10	N	1,00000	0,00000	107	3	27	S	0,00480	0,99520	169	3	45	S	0,00000	1,00000
46	2	11	N	0,53600	0,46400	108	3	27	S	0,16810	0,83190	170	3	45	S	0,03400	0,96600
47	2	12	N	0,99400	0,00600	109	3	28	S	0,01070	0,98930	171	3	45	S	0,00000	1,00000
48	2	12	N	0,96900	0,03200	110	3	28	S	0,00190	0,99810	172	3	45	S	0,01000	0,99000
49	2	12	N	1,00000	0,00000	111	3	28	S	0,00140	0,99860	173	3	45	S	0,00300	0,99700
50	2	12	N	0,99900	0,00100	112	4	28	S	0,32100	0,67910	174	3	45	S	0,05300	0,94700
51	2	12	N	0,99100	0,00900	113	4	28	S	0,29390	0,70610	175	5	46	S	0,00000	1,00000
52	2	12	N	0,99400	0,00600	114	4	28	S	0,04940	0,95060	176	5	46	S	0,00100	1,00000
53	2	12	N	1,00000	0,00000	115	4	28	S	0,14720	0,85280	177	5	46	S	0,00000	1,00000
54	2	12	N	1,00000	0,00000	116	3	29	S	0,00810	0,99190	178	5	46	S	0,00000	1,00000
55	2	12	N	1,00000	0,00000	117	3	29	S	0,01870	0,98140	179	5	46	S	0,00600	0,99400
56	2	12	N	1,00000	0,00000	118	4	30	S	0,00020	0,99990	180	5	46	S	0,00100	0,99900
57	2	12	N	0,99700	0,00300	119	4	30	S	0,12660	0,87350	181	5	46	S	0,00000	1,00000
58	2	13	N	1,00000	0,00100	120	4	30	S	0,02990	0,97020	182	5	46	S	0,00200	0,99800
59	2	13	N	0,99700	0,00300	121	4	30	S	0,00150	0,99850	183	5	46	S	0,00000	1,00000
60	2	13	N	0,99900	0,00200	122	4	30	S	0,00650	0,99350	184	5	46	S	0,00100	0,99900
61	2	13	N	0,99500	0,00500	123	4	30	S	0,00020	0,99980	185	5	46	S	0,00000	1,00000
62	2	13	N	0,99100	0,00900	124	4	30	S	0,00110	0,99890						

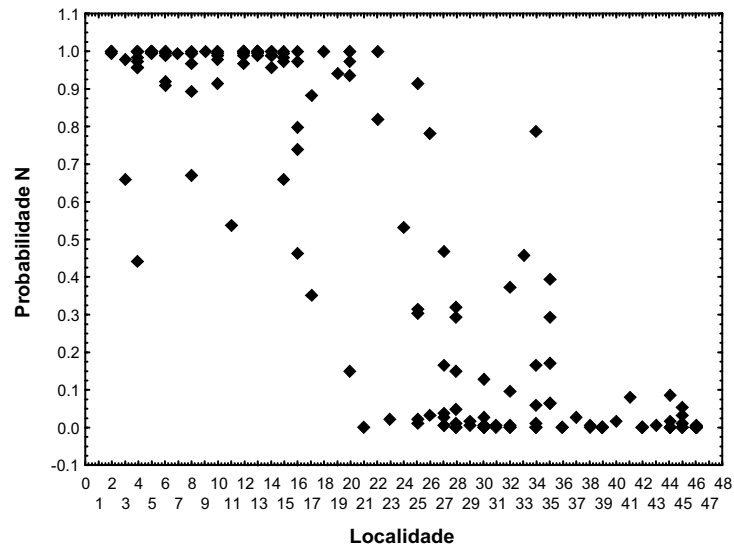


Figura 13: Probabilidades de classificação de cada indivíduo dentro do grupo **Nordeste**. Os valores estão em porcentagem. Os losangos correspondem aos indivíduos analisados. As localidades estão ordenadas de acordo com o gradiente Nordeste-Sul de variação morfológica, no qual os números mais próximos de zero correspondem às localidades mais à nordeste da distribuição, enquanto os números mais distantes de zero correspondem àquelas mais a sudeste da distribuição. A concentração de losangos na região superior do gráfico indica indivíduos das espécies *Phyllomedusa bahiana* e *P. burmeisteri* enquanto a concentração de losangos na região inferior do gráfico indica indivíduos das espécies *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iherngii*.

Tabela 7: Matriz de fatores de cada variável para a Função Discriminante 1. As variáveis estão definidas na Figura 5.

Variável	Função 1	Variável	Função 1
CRC	-0,70693	CB	-0,54616
CC	-0,6972	CAM	-0,53913
LC	-0,69075	CDM3	-0,35692
CF	-0,58044	DAV	-0,48819
DIN	-0,40943	COXA	-0,55682
DIO	-0,80708	TÍBIA	-0,69811
DO	-0,57087	CP	-0,61441
DNO	-0,82945	CDP4	-0,42589
DT	-0,29757		

Tabela 8: Matriz determinante de classificação entre os cinco grupos reais (**GR**), correspondentes às espécies (*Pba*: grupo *Phyllomedusa bahiana*; *Pbu*: grupo *P. burmeisteri*; *Pd*: grupo *P. distincta*; *Pt*: grupo *P. tetraploidea*; *Pi*: grupo *P. iheringii*). As colunas 1,2,3,4 e 5 correspondem às classificações previstas e as linhas 1,2,3,4 e 5, às classificações observadas. O cruzamento da linha 1 com a coluna 1 revela o número de indivíduos cujas espécies foram corretamente classificadas – pela análise discriminante – dentro do grupo proposto (grupo 1). O cruzamento da linha 1 com as demais colunas revela o número de indivíduos cujas espécies foram erroneamente classificadas pela análise discriminante dentro do grupo proposto (grupo 1). A significância foi estipulada proporcionalmente ao número de indivíduos por grupo.

linha coluna			1	2	3	4	5
	Grupo		<i>Pba</i>	<i>Pbu</i>	<i>Pd</i>	<i>Pt</i>	<i>Pi</i>
		classificação correta (%)	p=0,22703	p=0,27027	p=0,25405	p=0,18919	p=0,05946
1	<i>Pba</i>	73,80952	31	10	1	0	0
2	<i>Pbu</i>	78,00000	6	39	3	2	0
3	<i>Pd</i>	91,48936	1	1	43	2	0
4	<i>Pt</i>	82,85714	0	3	2	29	1
5	<i>Pi</i>	90,90909	0	0	1	0	10
	Total	82,16216	38	53	50	33	11

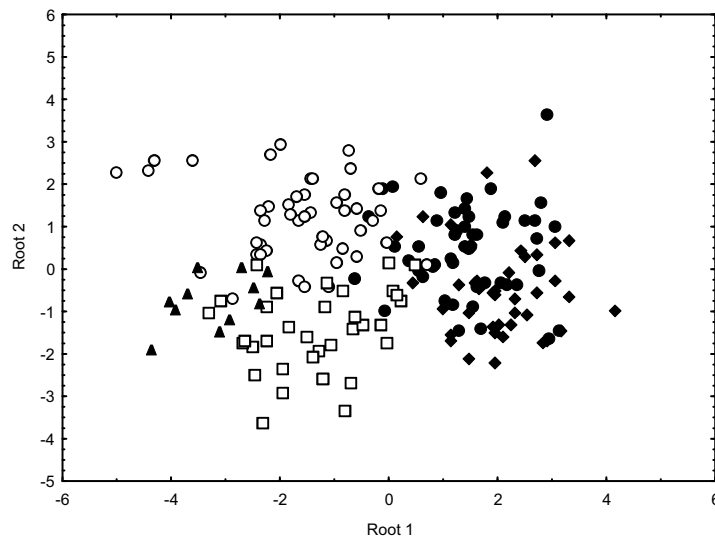


Figura 14: Discriminação entre os cinco grupos reais (**GR**) propostos com base na classificação taxonômica das espécies. Valores para as duas primeiras funções discriminantes (◆ *Pba*: *Phyllomedusa bahiana*; ● *Pbu*: *P. burmeisteri*; □ *Pt*: *P. tetraploidea*; ○ *Pd*: *P. distincta*; ▲ *Pi*: *P. iheringii*).

Tabela 09: Percentuais de classificação correta para os diferentes grupos propostos nas análises discriminantes que se basearam em agrupamentos fictícios definidos em consonância com a distribuição gradual e limites taxonômicos das espécies.

Grupo proposto	Divisão de espécies	Classificação correta (%)
G1	Norte: <i>P. burmeisteri</i> e <i>P. bahiana</i> Centro: <i>P. distincta</i> e <i>P. tetraploidea</i> Sul: <i>P. iheringii</i>	92,43243
G2	Norte: <i>P. bahiana</i> Sul: <i>P. burmeisteri</i> , <i>P. distincta</i> , <i>P. tetraploidea</i> e <i>P. iheringii</i>	89,18919
G3	Norte: <i>P. bahiana</i> , <i>P. burmeisteri</i> , <i>P. distincta</i> Sul: <i>P. tetraploidea</i> e <i>P. iheringii</i>	94,5946
G4	Norte: <i>P. bahiana</i> , <i>P. burmeisteri</i> e <i>P. tetraploidea</i> Sul: <i>P. distincta</i> e <i>P. iheringii</i>	92,43243
G5	Norte: <i>P. bahiana</i> , <i>P. burmeisteri</i> , <i>P. distincta</i> e <i>P. tetraploidea</i> Sul: <i>P. iheringii</i>	96,21622

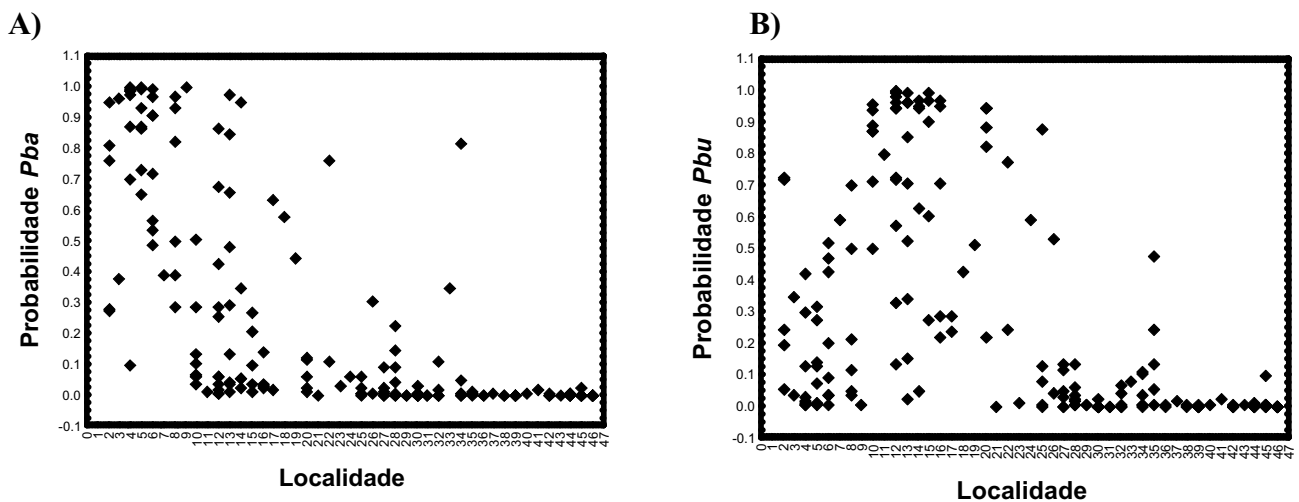


Figura 15: Probabilidades de classificação de cada indivíduo dentro dos cinco grupos reais (GR) propostos. Os valores estão em porcentagem. Os losangos correspondem aos indivíduos analisados. Aqueles localizados acima do valor de 0,5, no eixo y, correspondem aos indivíduos que possuem 50% ou mais chances de pertencer ao grupo. As localidades estão ordenadas de acordo com o gradiente Nordeste-Sul de variação morfológica, no qual os números à esquerda das figuras correspondem às localidades mais à Nordeste da distribuição, enquanto os números à direita das figuras correspondem àquelas mais a Sul da distribuição. **A)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pba* (*Phyllomedusa bahiana*); **B)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pbu* (*P. burmeisteri*); **C)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pd* (*P. distincta*); **D)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pt* (*P. tetraploidea*); **E)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pi* (*P. iheringii*).

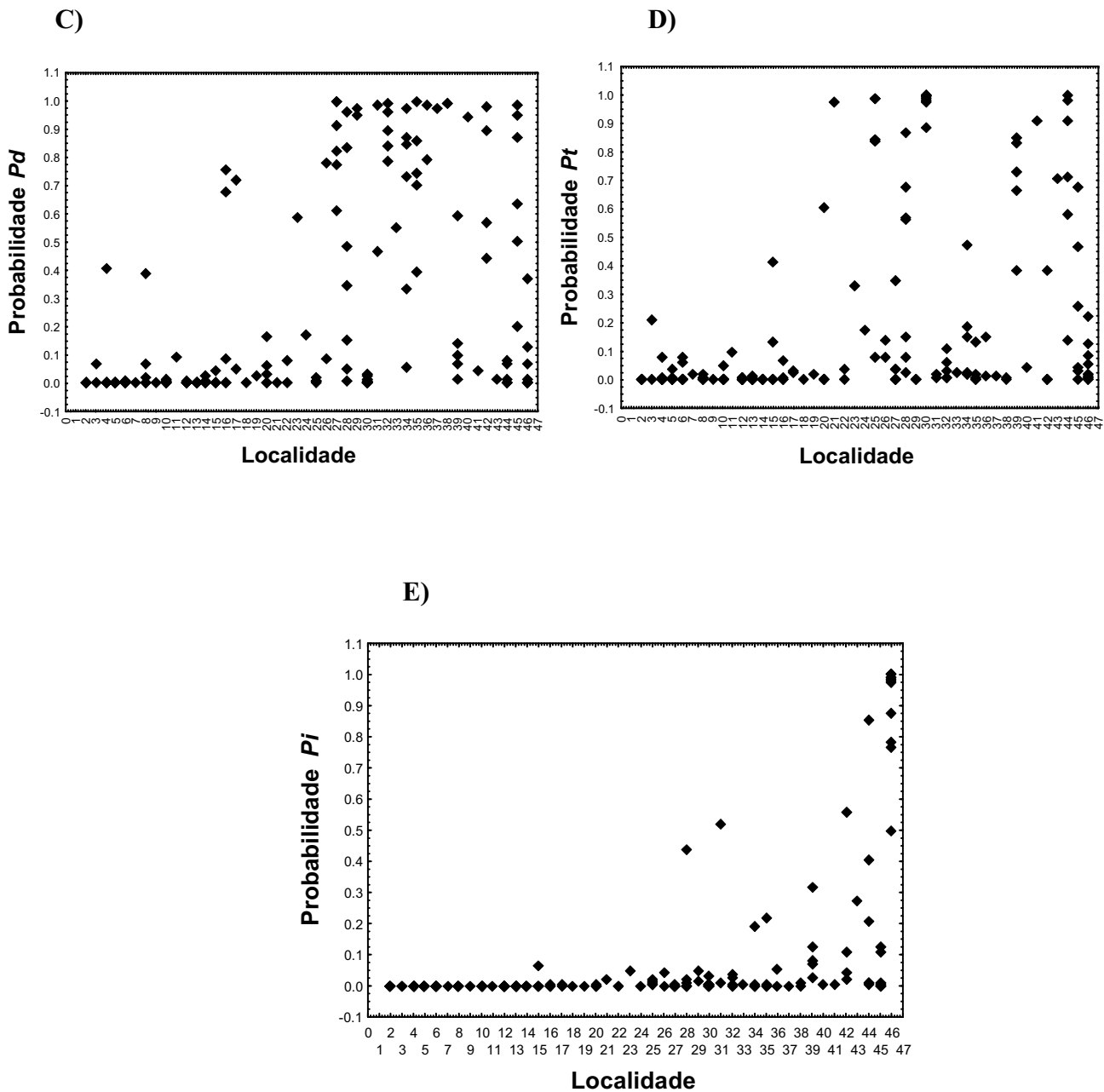


Figura 15: Probabilidades de classificação de cada indivíduo dentro dos cinco grupos reais (GR) propostos. Os valores estão em porcentagem. Os losangos correspondem aos indivíduos analisados. Aqueles localizados acima do valor de 0,5, no eixo y, correspondem aos indivíduos que possuem 50% ou mais chances de pertencer ao grupo. As localidades estão ordenadas de acordo com o gradiente Nordeste-Sul de variação morfológica, no qual os números à esquerda das figuras correspondem às localidades mais à Nordeste da distribuição, enquanto os números à direita das figuras correspondem àquelas mais a Sul da distribuição. **A)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pba* (*Phyllomedusa bahiana*); **B)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pbu* (*P. burmeisteri*); **C)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pd* (*P. distincta*); **D)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pt* (*P. tetraploidea*); **E)** probabilidade de pertencer ao grupo *Pi* (*P. iheringii*).

Tabela 10: Matriz determinante de classificação entre os quatro grupos fictícios (GF), criados sem considerarem-se limites interespecíficos. **N** = grupo Nordeste (localidades de 2 a 12); **NC** = grupo Centro-Nordeste (localidade de 12 a 26); **CS** = grupo Centro-Sudeste (localidades de 27 a 34); **S** = grupo Sudeste-Sul (localidades de 34 a 46). As colunas correspondem às classificações previstas e as linhas, às classificações observadas. O cruzamento da linha N com a coluna N revela o número de indivíduos cujas espécies foram corretamente classificadas – pela análise discriminante – dentro do grupo proposto (grupo N). O cruzamento da linha N com as demais colunas revela o número de indivíduos cujas espécies foram erroneamente classificadas pela análise discriminante dentro do grupo proposto (grupo N). A significância foi estipulada proporcionalmente ao tamanho de cada grupo. Para maiores informações sobre as localidades e espécies presentes em cada uma delas, ver Tabela 1.

Grupo	Classificação correta (%)	N	NC	NS	S
		p=0,28649	p=0,26486	p=0,18919	p=0,25946
N	77,35849	41	12	0	0
NC	73,46939	8	36	3	2
NS	71,42857	1	0	25	9
S	81,25000	0	0	9	39
Total	76,21622	50	48	37	50

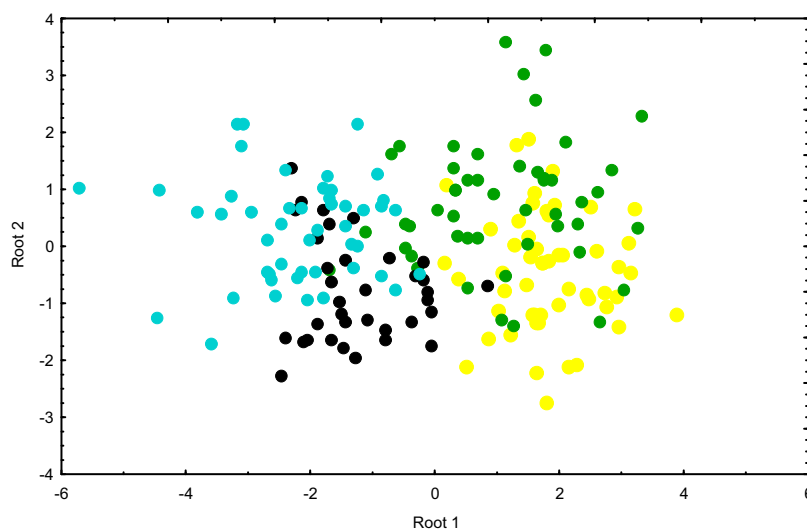


Figura 16: Discriminação entre os quatro grupos fictícios (GF) propostos com base na distribuição geográfica, sem considerar limites interespecíficos. Valores para as duas primeiras funções discriminantes (Amarelo: grupo Nordeste (N) – *P. bahiana* e *P. burmeisteri*; Verde: grupo Centro-Nordeste (CN) – *P. burmeisteri* e *P. tetraploidea*; Preto: grupo Centro-Sudeste (CS) – *P. distincta* e *P. tetraploidea*; Azul: grupo Sudeste-Sul (S) – *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii*). Grupos N e CN agrupam-se segundo a primeira função discriminante, assim como grupos CS e S.

A PCA com os dados ajustados (#PCA) apresentou cinco principais eixos que explicam, juntos, 63,24% da variância total (Figura 17). A variância está mais bem distribuída ao longo dos eixos, que são representativos da variação do corpo independente do tamanho. O primeiro eixo explica somente 26,05% da variação total. Os fatores individuais de pontuação para os 185 indivíduos incluídos na análise interespecífica, bem como as médias dos fatores individuais para os 155 indivíduos incluídos na análise das 23 populações, estão representados ao longo do primeiro e segundo eixos da #PCA (#PC1 e #PC2; Figuras 18A e 18B, respectivamente). Não existe padrão morfológico evidente.

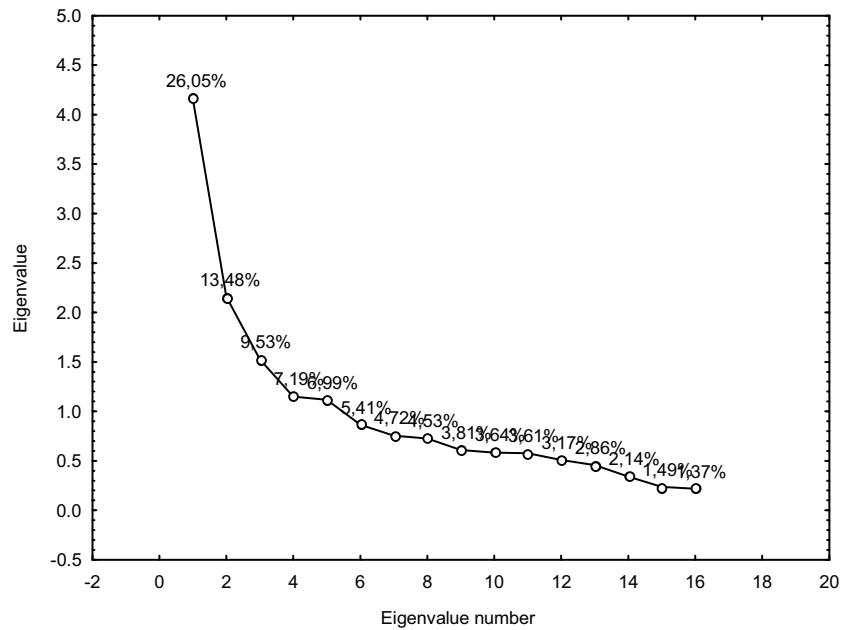
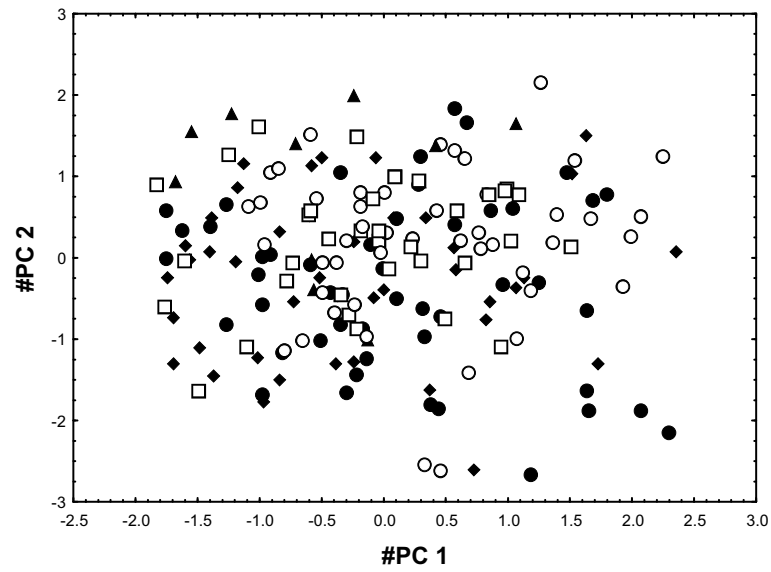


Figura 17. Índices de variância de cada Componente Principal (#PCA). Os cinco primeiros eixos explicam 63,24% da variância total.

A)



B)

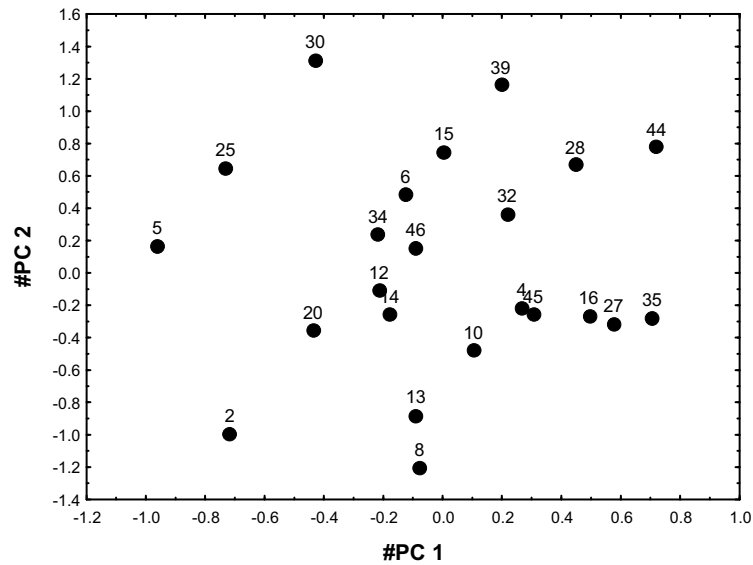


Figura 18. PCA com dados ajustados (#PCA). **A)** Valores dos fatores individuais de pontuação nos dois primeiros eixos para os 185 indivíduos amostrados na análise interespecífica (◆ *Phyllomedusa bahiana*; ● *P. burmeisteri*; □ *P. tetraploidea*; ○ *P. distincta*; ▲ *P. iheringii*); **B)** Médias dos fatores individuais de pontuação para as 23 populações amostradas na análise populacional.

Morfometria Geométrica

Nas análises para $\alpha = 1$, que dão peso maior às mudanças de forma de ampla escala, o primeiro e segundo eixos de variação explicam, juntos, 93,14% da variância na forma do crânio (Tabela 11). A ordenação dos indivíduos do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri* no espaço reduzido dos dois primeiros eixos principais de variação é apresentada na Figura 19. *P. distincta* e *P. iheringii* separam-se totalmente de *P. tetraploidea*. Essa separação relaciona-se com o deslocamento dos marcos anatômicos 3 e 9 em relação aos marcos 2, 4 e 5 (Tabela 12 e Figura 20).

Para $\alpha = -1$, que considera as mudanças em escalas mais localizadas, os dois primeiros eixos explicam, juntos, apenas 43% da variação total na forma do crânio (Tabela 13). A ordenação dos indivíduos do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri* no espaço reduzido dos dois primeiros eixos principais de variação é apresentada na Figura 21. *P. iheringii* separa-se quase totalmente das demais espécies e *P. distincta* e *P. tetraploidea* demonstram uma tendência à separação.

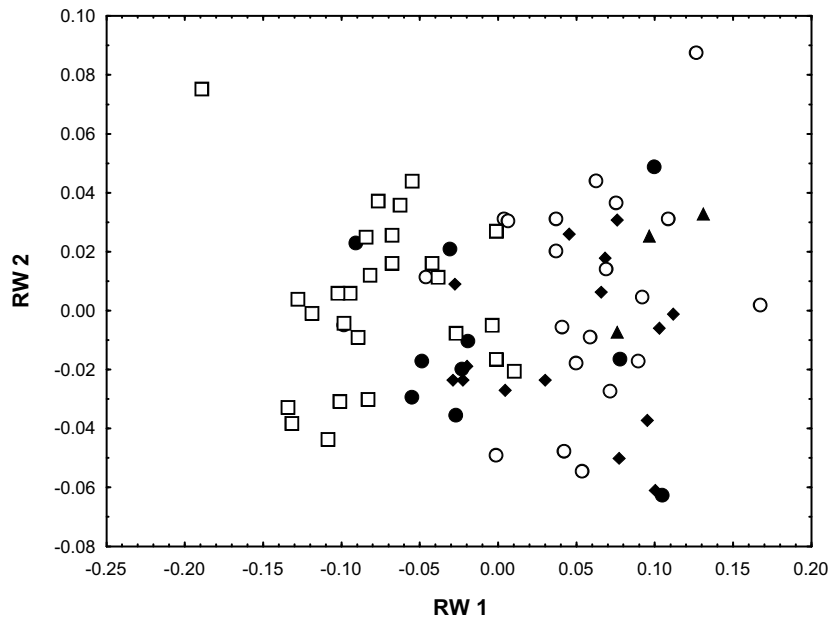
Tabela 11. Coeficientes dos seis primeiros eixos de variação gerados na análise de forma para $\alpha = 1$. As variáveis de forma têm a dimensão de $2p-6=16$, para $p = 10$ marcos anatômicos.

Eixos de Variação	Variância	Variância Explicada (%)	Variância Acumulada (%)
1	0,68681	81,13	81,13
2	0,26427	12,01	93,14
3	0,14706	3,72	96,86
4	0,09417	1,53	98,39
5	0,05614	0,54	98,93
6	0,04679	0,38	99,31

Tabela 12: Contribuição relativa de cada marco anatômico para $\alpha = 1$. Os marcos mais relevantes estão em negrito.

Landmark	Contribuição	Landmark	Contribuição
1	0,00028	6	0,01899
2	0,00738	7	0,03336
3	0,26413	8	0,02592
4	0,07043	9	0,42764
5	0,12399	10	0,02787

A)



B)

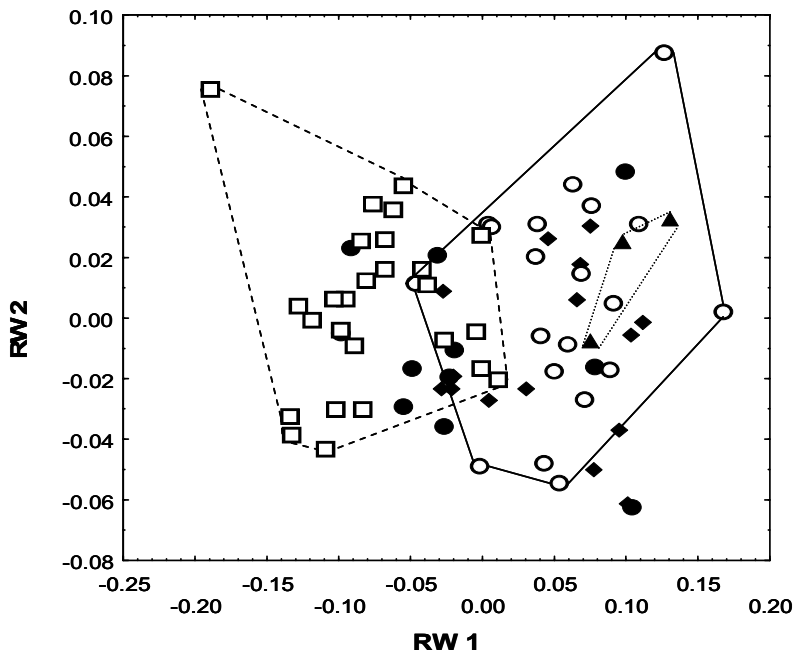


Figura 19: Ordenação dos indivíduos do grupo *burmeisteri* no espaço do primeiro e segundo eixos de variação de forma (RW), computada para $\alpha = 1$ (♦ *Phyllomedusa bahiana*; ● *P. burmeisteri*; □ *P. tetraploidea*; ○ *P. distincta*; ▲ *P. iheringii*). A) Ordenação simples. B) Polígonos de ordenação. Linha tracejada: *P. tetraploidea*; Linha contínua: *P. distincta*; Linha pontilhada: *P. iheringii*.

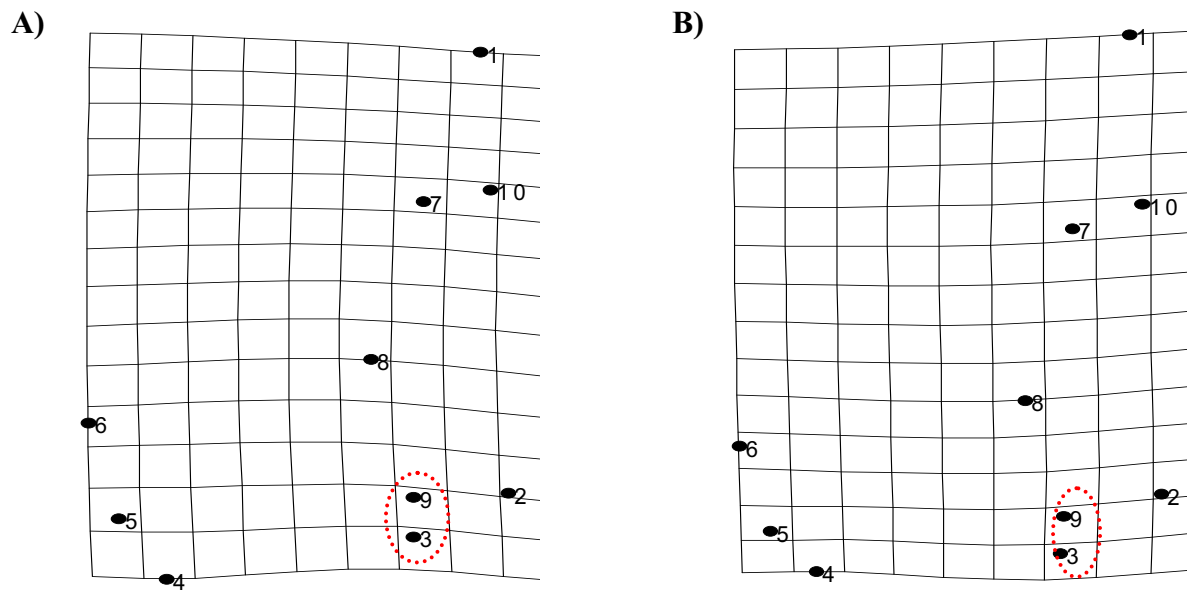
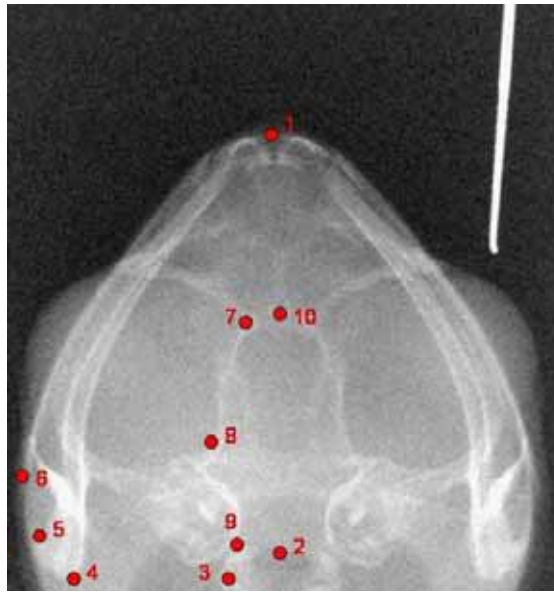
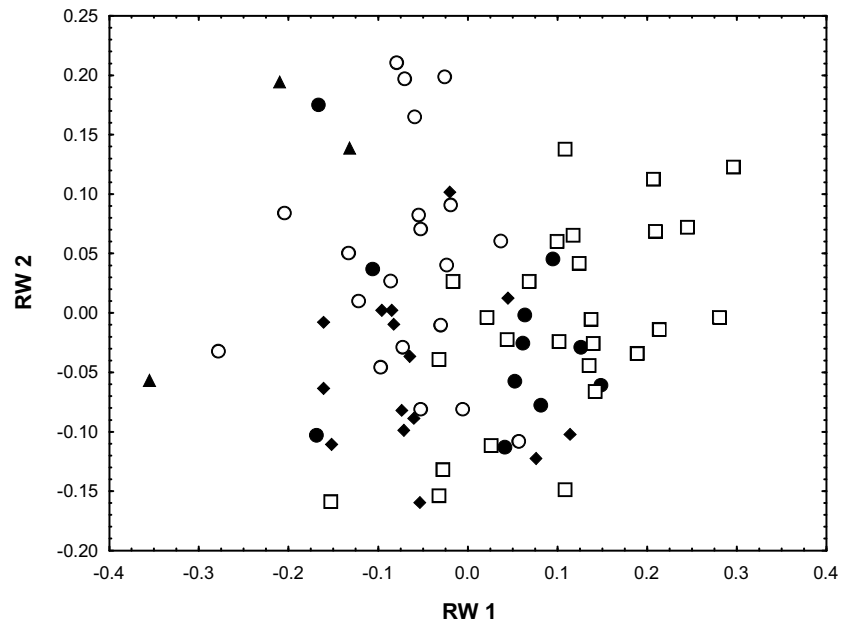


Figura 20: Topo: marcos anatômicos em radiografia dorsal de *P. burmeisteri*. Base: Grades de deformação geradas a partir da configuração consenso ao longo dos dois primeiros eixos de variação. Os Números correspondem aos marcos anatômicos, descritos na Figura 7. As elipses vermelhas indicam marcos de maior variação. **A)** *P. distincta*. **B)** *P. tetraploidea*.

A)



B)

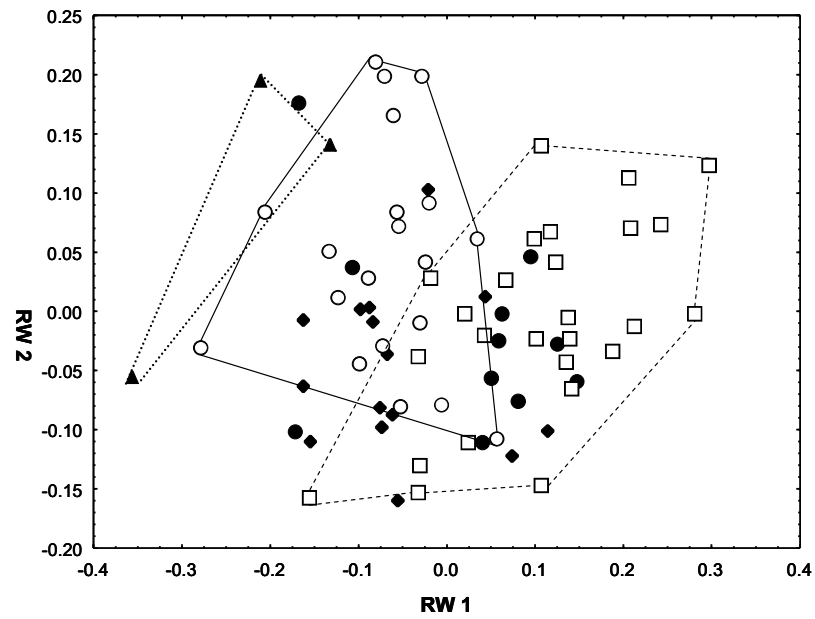


Figura 21. Ordenação dos indivíduos do grupo *burmeisteri* no espaço do primeiro e segundo eixos de variação de forma (RW), computada para $\alpha = -1$ (♦ *Phyllomedusa bahiana*; • *P. burmeisteri*; □ *P. tetraploidea*; ○ *P. distincta*; ▲ *P. iheringii*). **A)** Ordenação simples. **B)** Polígonos de ordenação. Linha tracejada: *P. tetraploidea*; Linha contínua: *P. distincta*; Linha pontilhada: *P. iheringii*.

DISCUSSÃO

As perguntas a serem respondidas por este estudo foram as seguintes: 1) Existem padrões morfométricos geográficos de variação fenotípica nas espécies do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**? 2a.) A variação fenotípica, caso existente, é concordante com a variação genética descrita para o grupo? 2b.) Essa variação dá-se ao nível interespecífico e/ou populacional? (ou seja, essa variação relaciona-se com as distâncias entre populações, com as espécies morfológicas já definidas, ou com ambas?). As hipóteses propostas para responder a essas perguntas foram: 1) A variação fenotípica existe e concorda com os padrões geográficos de variação genética recentemente descritos para o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**; 2a) Essa variação ocorre ao nível populacional, sendo que as distâncias entre populações norteiam a diversificação; 2b) Essa variação ocorre ao nível interespecífico, sendo o fator “espécie” o responsável pela diversificação; 3) A variação fenotípica existe, porém é contínua (clinal) e não reflete os padrões genéticos descritos para o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**, sendo resultado de isolamento pela distância; 4) Não existem padrões geográficos de variação fenotípica (morfológicas-morfométricas) nas espécies do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**.

As análises morfométricas tradicionais, à exceção das análises de #PCA (incluindo o efeito do tamanho), indicaram a divisão das espécies do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri** em dois grandes grupos fenotípicos dispostos ao longo de um eixo latitudinal de distribuição das espécies. A ausência de qualquer padrão, quando da retirada do efeito do comprimento do corpo das análises, indica que o tamanho guia a maior parte da variação no grupo, fato bastante comum em anfíbios. As análises morfométricas geométricas revelaram dois grupos distintos quanto ao formato do crânio, também relacionados à distribuição das espécies, encontrados tanto no tocante às mudanças de forma em escala ampla quanto às mudanças em escala local. Esses grupos, entretanto, não dividem todas as espécies, sendo que duas delas se sobrepõem completamente em relação a eles, possuindo crânios muito semelhantes a todas as outras. Constata-se, portanto, que o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri** possui padrões morfológicos geográficos de variação fenotípica, o que responde afirmativamente à primeira pergunta proposta para este trabalho e rejeita a hipótese nula (hipótese 3).

Morfometria Geométrica

A diversificação fenotípica revelada pela morfometria geométrica sugere a divisão longitudinal Leste-Oeste entre ***Phyllomedusa distincta*** e ***P. tetraploidea*** em relação ao formato do crânio. ***P. iheringii*** parece estar agrupada com ***P. distincta*** quanto a essa diversificação, porém o número amostral baixo de ***P. iheringii*** utilizado nas análises impede uma afirmação veemente a esse respeito. A separação morfológica destes grupos dá-se mais claramente no tocante à variação de forma em escala ampla, relacionadas aos marcos anatômicos espacialmente mais distantes ($\alpha = 1$), porém ocorre também, de forma menos incisiva, relativamente à variação em escala reduzida, relacionada aos marcos anatômicos espacialmente próximos ($\alpha = -1$). A sobreposição de ***P. bahiana*** e ***P. burmeisteri*** com as demais espécies sugere uma grande semelhança no formato de seus crânios.

A diversificação entre ***P. distincta*** e ***P. tetraploidea*** observada neste estudo vai ao encontro dos resultados obtidos por Brunes e colaboradores (2010) referentes à origem de ***P. tetraploidea*** por autoploidização a partir de ***P. distincta*** (Figura 22). Sabe-se que espécies poliplóides tendem a ser maiores do que aquelas diplóides, fato que pode guiar à diferenciação também da forma. Outra possível explicação para a variação encontrada nestas espécies pode relacionar-se à adaptação local por ocupação de diferentes nichos ecológicos, visto que o isolamento por poliploidia é uma forma de especiação rápida que pode levar à adaptação diferencial, inclusive a ambientes mais extremos (OTTO & WHITTON, 2000). Com efeito, ***P. tetraploidea*** ocupa porção mais interiorana da Mata Atlântica, uma região de mata estacional semidecidual com regimes sazonais de precipitação e clima temperado, na contramão de ***P. distincta***, que ocupa zonas litorâneas de mata ombrófila densa, com clima úmido.

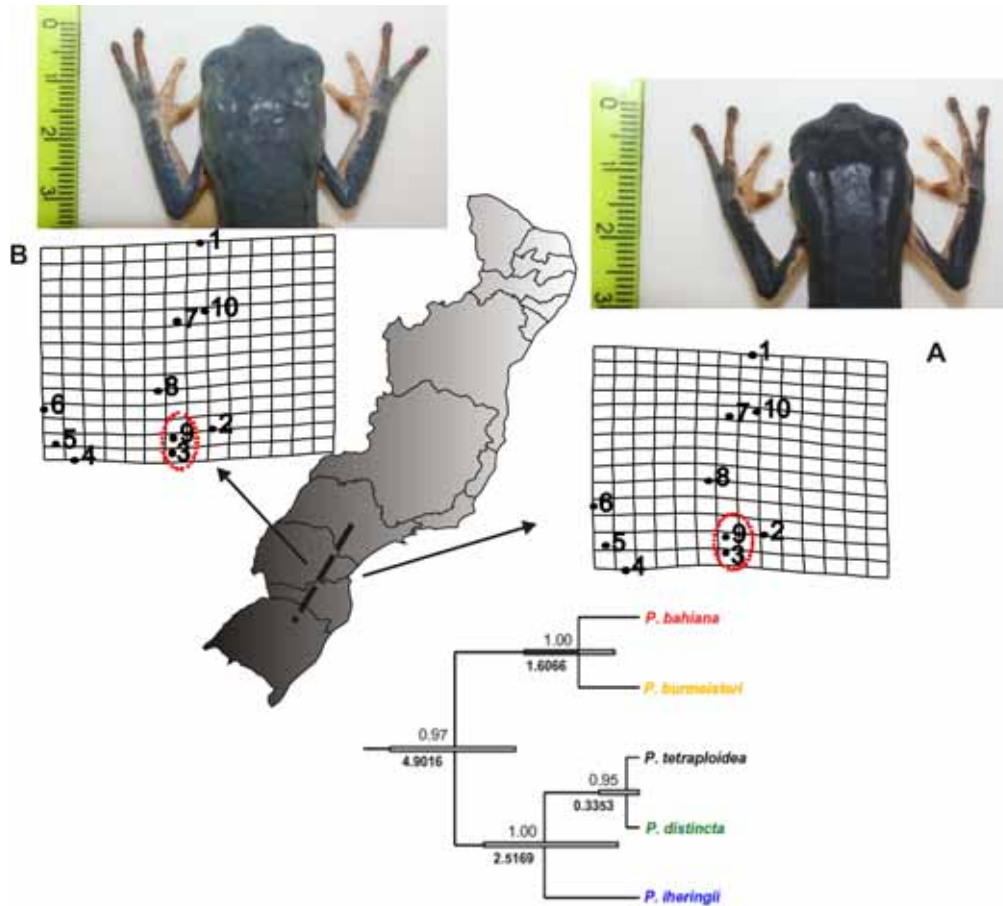


Figura 22: Padrões concordantes de variação genética e fenotípica (morfologia do crânio) para o grupo *burmeisteri*. A: vista externa do crânio e grade de deformação da forma para *Phyllomedusa distincta*; B: vista externa do crânio e grade de deformação da forma para *P. tetraploidea*. C: árvore de espécies adaptada de Bruner e colaboradores (2010), mostrando a relação filogenética próxima entre *P. tetraploidea* e *P. distincta*.

Morfometria Tradicional

Nas análises de morfometria tradicional observa-se um gradiente geográfico de variação de tamanho do corpo com clara subdivisão do grupo **burmeisteri** em dois grupos menores correspondentes a grupos de espécies (λ de Wilks' = 0, 269; Figura 11). O grupo Nordeste, com corpo maior, é composto por **P. bahiana** e **P. burmeisteri**; o grupo Sudeste-Sul, com corpo menor, é composto por **P. distincta**, **P. tetrploidea** e **P. iheringii**. Outras variáveis (além do tamanho do corpo) que tiveram valores altos no eixo de maior variação estão provavelmente sujeitas à colinearidade em relação ao tamanho do corpo. Os dois grupos fenotípicos aqui observados correspondem aos grupos filogeográficos inferidos por Brunet e colaboradores (2010) com base em análise conjunta de genes mitocondriais e nucleares (Figura 23c), fato que responde afirmativamente à questão 2a proposta para este estudo e aceita a hipótese 1, ou seja, que a variação fenotípica existe e concorda com os padrões geográficos de variação genética global recentemente descritos para o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**.

Dos quatro indivíduos mal classificados pela Análise Discriminante (**DA**) dentro do grupo Nordeste (Tabela 6; Figura 13), três correspondem a **P. burmeisteri** e dois (IDs #78, #90) pertencem a populações com amostragem de pelo menos cinco indivíduos cada, e são os únicos destas a apresentarem baixa probabilidade de classificação dentro do grupo em questão. Sabe-se que **P. burmeisteri**, alocada no grupo Nordeste, e **P. distincta**, alocada no grupo Sudeste-Sul, compartilham limites de distribuição concordantes com a região de separação dos grupos morfológicos, fato que provavelmente responde pela classificação inexata de alguns indivíduos. No grupo Sudeste-Sul, todos os indivíduos mal classificados são de **P. tetrploidea** (Tabela 6; Figura 13) e pertencem a populações localizadas próximas à zona de transição morfológica encontrada neste estudo para o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**, o que pode responder por sua classificação inexata. Esta região é compatível com a região sugerida por Brunet e colaboradores (2010) para a divisão filogenética dos dois grupos filogeográficos encontrados em seu estudo (Figura 23c). Com efeito, esta área coincide com fronteiras biogeográficas reconhecidas para diversos grupos animais da Mata Atlântica (ALEXANDRINO et al., 2009; BRUNES et al., 2010; CARNAVAL et al., 2009; COSTA et al., 2000; GRAZZIOTIN et al., 2006; LYNCH, 1979; MARCELINO et al., 2009).

Os grupos fenotípicos encontrados nas análises de morfometria tradicional deste trabalho, bem como os grupos filogeográficos encontrados por Brunes e colaboradores (2010), são compatíveis com estudos de diferenciação de cantos feitos por Pompal & Haddad (1992) e por Silva-Filho & Juncá (2006) (Figura 23b). Estes autores descrevem maiores similaridades entre os cantos de *P. burmeisteri* e *P. bahiana* (pulsos isolados ou em tríades e espaçamento regular) e entre os cantos de *P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii* (pulsos aos pares e espaçamento irregular). A transição entre esses cantos ocorre, obviamente, na zona de transição entre esses dois grupos de espécies. É notável que, comparando-se os estudos até então supracitados para o grupo *burmeisteri*, um padrão geográfico comum (filogenético, morfológico e acústico) de variação é encontrado para as espécies desse grupo, padrão este relacionado a uma região geográfica de transição também comum. Estas observações vão ao encontro da afirmativa da hipótese 2a levantada neste estudo, a de que a variação fenotípica, tanto morfológica como entre os cantos de anúncio das espécies, é concordante com a variação genética nas espécies do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri*.

O grande percentual de classificação correta – obtido nas Análises Discriminantes (DA) – para os grupos fictícios: estipulados segundo a classificação taxonômica já conhecida para as espécies (Tabela 8 e figuras 14 e 15); e criados em consonância com os limites interespecíficos + distribuição gradual das espécies (Tabela 9), reflete em parte o caráter da própria análise. A análise discriminante tem como pressuposto a definição de grupos a priori, tendendo a forçar uma boa discriminação nos grupos propostos quando as espécies sujeitas à análise são muito semelhantes. É devido a este “artefato” que se aconselha a realização, como primeira etapa de trabalho, de uma Análise de Componentes Principais (PCA) nos dados brutos (apenas logaritmizados). Esta análise é uma ferramenta de ordenação que aponta a direção de maior variação no conjunto de dados, sem nenhuma definição a priori. A partir das variações apontadas pela PCA, aplica-se então a Análise Discriminante para testar, estatisticamente, a significância destes grupos. No caso do baixo percentual de classificação correta obtido para os grupos criados aleatoriamente em relação à distribuição das espécies e também para aqueles criados aleatoriamente em relação a limites taxonômicos (Tabela 10; Figura 16), este artefato não ocorre, visto que, neste caso, os grupos propostos contrariam as circunstâncias de maior semelhança entre as espécies (sua distribuição geográfica e sua própria classificação taxonômica). Entretanto, à parte dos artefatos metodológicos da DA, ambos os resultados supracitados revelam que a distância geográfica entre populações corresponde ao fator “espécie” no estabelecimento do gradiente geográfico de tamanho. Ou

seja, esses resultados respondem afirmativamente à pergunta 2b deste trabalho e aceitam a hipótese 1b proposta para as espécies do grupo **burmeisteri**, rejeitando, conseqüentemente, a hipótese 2a. A DA foi mais sensível às espécies geograficamente mais próximas (e, portanto, mais semelhantes entre si) em relação às espécies nos extremos de distribuição. Com efeito, as análises que desconsideraram limites interespecíficos apresentaram baixa discriminação entre os grupos, porém sugeriram novamente a separação das espécies nos grupos fenotípicos Nordeste e Sudeste aqui propostos (Figura 16).

No caso do alto percentual de discriminação correta para os cinco grupos reais (correspondentes aos grupos de espécies) apresentado pela DA (Tabela 5; Figura 13), este resultado é interessante na medida em que os grupos corretamente discriminados refletem os cinco grupos filogenéticos encontrados por Brunes e colaboradores (2010) para os genes mitocondriais. Este fato novamente confirma a primeira hipótese proposta neste estudo (e conseqüentemente rejeita a hipótese nula), de que a variação fenotípica concorda com os padrões geográficos de variação genética recentemente descritos para o grupo de **Phyllomedusa burmeisteri**. A divisão morfológica em dois grandes grupos encontrada pela *PCA foi o resultado com maior índice de significância confirmado pela Análise Discriminante (DA) (Tabela 5). Estes dois grupos são os grupos mais consistentes encontrados por todos os trabalhos anteriormente já citados, o que condiz com os altos índices de classificação correta encontrados pela DA (uma análise mais específica) para ambos e justifica o fato de estes grupos terem sido os únicos apontados pela *PCA (uma análise mais geral).

Segundo Brunes (2009), a não separação das cinco espécies ao nível dos genes nucleares pode estar relacionada à retenção de polimorfismo ancestral, o que sugere que a divergência entre elas pode ter ocorrido após a separação dos dois clados geográficos encontrados. É sabido que genes mitocondriais estão mais sujeitos aos efeitos de deriva genética devido a seu tamanho efetivo populacional menor, possuindo taxas de mutação mais elevadas e apresentando assim maior poder de resolução para determinar relações evolutivas entre táxons aparentados (AVISE, 2000). Os genes nucleares, em contrapartida, são mais conservados por apresentarem taxas menores de mutação, pelo que sinalizam geralmente processos de diferenciação mais antigos (AVISE, 2000). No tocante à variação fenotípica, muitos autores discutem que a diversificação ao longo de uma determinada distribuição pode estar relacionada à separação histórica de populações seguida ou não (no caso de deriva genética pura) de adaptação local, ou ainda pode refletir adaptação a um gradiente de seleção

(ALEXANDRINO et al., 2005; ARNTZEN et al., 2007; BENÍTEZ-DÍAZ, 1993; CASE & TAPER, 2000; KIRKPATRICK & BARTON, 1997; MARCELINO et al., 2009; PUORTO et al., 2001). No primeiro caso, espera-se encontrar uma quebra abrupta no padrão fenotípico acompanhada por uma quebra também no padrão de variação genética, enquanto que no segundo caso é esperado encontrar uma variação contínua no padrão fenotípico que não necessariamente concorde com a variação genética, com extremos morfológicos ocorrendo nas extremidades do gradiente (FUTUYMA, 2002; MARCELINO et al., 2009). A correspondência entre a diversificação genética para genes nucleares encontrada por Brunes e colaboradores (2010) e a diversificação morfológica proposta neste trabalho para o grupo de *Phyllomedusa burmeisteri* sugere, em concordância com Brunes e colaboradores (2010), a separação histórica dos grupos Nordeste (*P. bahiana* e *P. burmeisteri*) e Sudeste-Sul (*P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iherngii*) anteriormente à diversificação das cinco espécies.

As regiões de quebra biogeográfica entre os grupos genéticos propostos por Brunes e colaboradores (2010) e entre os grupos morfológicos Nordeste e Sudeste propostos neste estudo para o grupo de *Phyllomedusa burmeisteri*, são coincidentes e localizam-se no sul do estado de São Paulo (Figura 23). A área caracteriza-se como zona limítrofe entre os climas tropical e subtropical, possui altitudes mais elevadas em relação às áreas adjacentes e apresenta um trecho de constrição de mata com regimes climáticos estacionais. Ademais, nessa região encontra-se uma falha tectônica extensa, a falha de Guapiara, e também uma zona de deformação geológica, em Cubatão (BRUNES et al., 2010). Estudos recentes também demonstram que durante o último máximo glaciário (há 21.000 anos atrás), esta foi uma região de persistência de florestas, formando refúgios tropicais de biodiversidade em meio a áreas savanizadas (THOMÉ et al., 2010; ALEXANDRINO et al., 2010). Estes eventos geomorfológicos e climáticos podem responder pela diversificação morfológica existente para o grupo de *Phyllomedusa burmeisteri*, refletindo o isolamento histórico deste grupo na medida em que este isolamento geralmente está relacionado a eventos genéticos aleatórios, a eventos tectônicos, e/ou climáticos (HEWITT, 2000). Tais proposições já foram bastante discutidas por Brunes e colaboradores (2010), para o grupo de *Phyllomedusa burmeisteri*, por Alexandrino e colaboradores (2010), para o anuro *Hypsiboas bischoffi*, por Thomé e colaboradores (2010) para o grupo *Rhinela crucifer*, por Grazziotin e colaboradores (2006), para *Bothrops jararaca* e também anteriormente para o presente estudo.

A diferenciação latitudinal e climática existentes ao longo da distribuição das espécies do grupo de *Phyllomedusa burmeisteri* podem também responder pela variação morfológica

existente nesse grupo. É improvável que essa variação esteja relacionada à adaptação a gradientes de seleção, visto que a transição morfológica entre os grupos fenotípicos propostos não é gradual. O padrão de variação do tamanho do corpo é um padrão intermediário entre uma variação gradual (clina) e uma variação abrupta, denominado de clina saltada (**step cline**). A variação clinal é definida como modificações de uma ou mais características do fenótipo ao longo da distribuição, resultante de seleção natural diferenciada nos extremos de seu gradiente (HUXLEY, 1938; FUTUYMA, 2002). É mais provável que a adaptação tenha ocorrido paralelamente com o isolamento histórico dos grupos Nordeste e Sudeste-Sul, resultando, posteriormente, nos cinco grupos geográficos revelados pela Análise Discriminante, correspondentes às cinco espécies definidas tanto geneticamente quanto através de padrões de manchas.

Informações mais detalhadas sobre os cantos das espécies do grupo de **Phyllomedusa burmeisteri** serão fundamentais para testar o padrão fenotípico aqui proposto. A análise da associação deste padrão com variáveis ambientais será também de grande importância para confirmar a hipótese levantada a partir deste estudo (e também a partir dos estudos filogenéticos correlatos a este) de um isolamento histórico com posterior adaptação local, ou para refutar essa hipótese e confirmar apenas o isolamento histórico, sem adaptação posterior. É importante ressaltar que, devido à forte concordância entre os padrões geográficos de variação genéticos e fenotípicos aqui discutidos, considera-se mais provável a hipótese do isolamento histórico com posterior adaptação local.

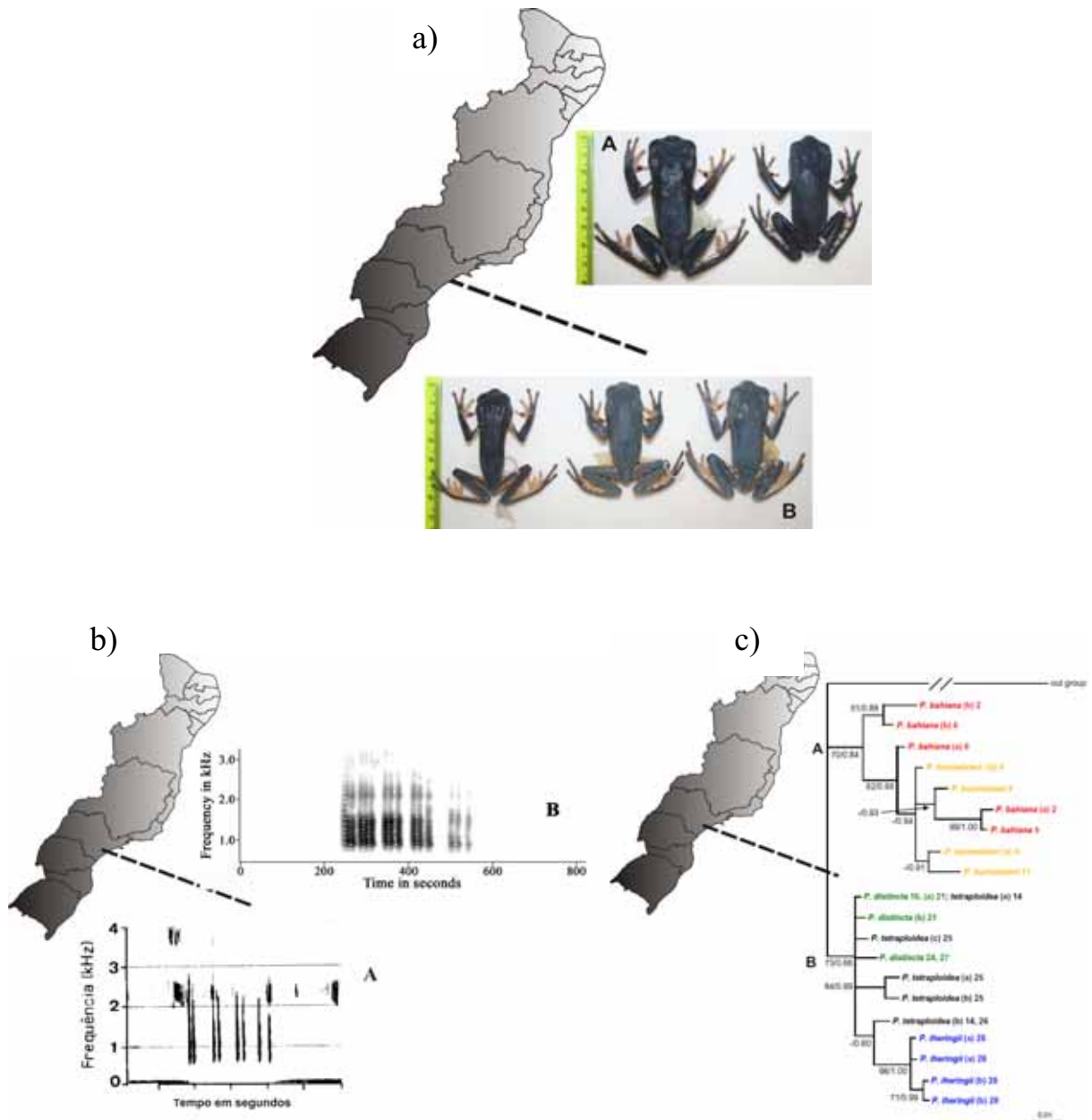


Figura 23: Padrões concordantes de diversificação genética e fenotípica para o grupo de *Phyllomedusa burmeisteri*. **a)** variação morfológica proposta no presente estudo. A: Grupo Nordeste (*P. burmeisteri* e *P. bahiana*); B: grupo Sudeste-Sul (*P. distincta*, *P. tetraploidea* e *P. iheringii*); **b)** variação no padrão de vocalização. A: sonograma do canto de anúncio com notas únicas, pulsos geralmente agrupados aos pares e espaçamento irregular – *P. distincta*, *P. iheringii* e *P. tetraploidea* (sonograma da figura), modificado de Pombal & Haddad (1992); B: sonograma do canto de anúncio com espaçamento regular e de notas únicas com pulsos agrupados em tríades (*P. bahiana*; sonograma da figura) ou de notas duplas com pulsos isolados ou em tríades (*P. burmeisteri*), modificado de Silva-Filho & Juncá (2006); **c)** árvore filogenética de sequências nucleares mostrando dois clados bem suportados, adaptada de Brunet e colaboradores (2010). A: clado Norte (*P. burmeisteri* e *P. bahiana*); B: clado Sudeste-Sul (*P. distincta*, *P. iheringii* e *P. tetraploidea*). A área de transição (localizada entre os estados de São Paulo e Paraná) coincide com fronteiras biogeográficas reconhecidas para diversos grupos animais da Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, J.; MARCELINO, V. R.; GIOVANELLI, J.; HADDAD, C. F. B. The evolutionary diversification of a Neotropical forest endemic treefrog and the quaternary persistence of southern Brazilian Atlantic forest. **Evolution**, 2010. In Press.
- ALEXANDRINO, J.; FERRAND, N.; ARNTZEN, J. W. Morphological variation in two genetically distinct groups of the golden striped salamander, **Chioglossa lusitanica** (Amphibia: Urodela). **Contributions to Zoology**, v. 74, p. 213-222, 2005.
- ARIF, S.; ADAMS, D. C.; WICKNICK, J. A. Bioclimatic modeling, morphology, and behavior reveal alternative mechanisms regulating the distributions of two parapatric salamander species. **Evolutionary Ecology Research**, v. 9, p. 843-854, 2007.
- ARNTZEN, J. W.; GROENENBERG, D. S. J.; ALEXANDRINO, J.; FERRAND, N.; SEQUEIRA, F. Geographical variation in the golden striped salamander **Chioglossa lusitanica** Bocage, 1864 and the description of a newly recognized subspecies. **Journal of Natural History**, v. 41, p. 925-936, 2007.
- AVISE, J. C. **Phylogeography. The history and formation of species**. Cambridge: Harvard, University Press, 2000, 447 p.
- BALDISSERA JUNIOR, F. A.; CARAMASCHI, U.; HADDAD, C.F.B. Review of the **Bufo crucifer** species group, with descriptions of two new related species (Amphibia, Anura, Bufonidae). **Arquivos do Museu Nacional**, v. 62, n. 3, p. 255-282, 2004.
- BENÍTEZ-DÍAZ, H. Geographic variation in coloration and morphology of the acorn woodpecker. **The Condor**, v. 95, p. 63-71, 1993.
- BRUNES, T. O. **Estudo da diversificação do grupo de anuros neotropicais *Phyllomedusa burmeisteri* (Anura: Phyllomedusinae)**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2009.
- BRUNES, T. O.; SEQUEIRA, F.; HADDAD, C. F. B.; ALEXANDRINO, J. Gene and species trees of a Neotropical group of treefrogs: genetic diversification in the Brazilian Atlantic forest and the origin of a polyploidy species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 2010. In press.

- CASE, T. J.; TAPER, M. L. Interspecific competition, environmental gradients, gene flow, and the coevolution of species' borders. **The American Naturalist**, v. 155, p. 583-605, 2000.
- CARNAVAL, A.C.; MORITZ, C. Historical climate modeling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Biogeography**, v. 35, p. 1187-1201, 2008.
- CLEMENTE-CARVALHO, R. B. G.; MONTEIRO, L. R.; BONATO, V.; ROCHA, H. S.; PEREIRA, G. R.; OLIVEIRA, D. F.; LOPES, R. T.; HADDAD, C. F. B.; MARTINS, E. G.; DOS REIS, S. F. Geographic variation in cranial shape in the pumpkin toadlet (**Brachycephalus ephippium**): a geometric analysis. **Journal of Herpetology**, v. 42, n. 1, p. 176-185, 2008.
- COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R. Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 872-881, 2000.
- FAIVOVICH, J.; HADDAD, C. F. B.; BAÊTA, D.; JUNGFER, K. H.; ÁLVARES, G. F. R.; BRANDÃO, R. A.; SHEIL, C.; BARRIENTOS, L. S.; BARRIO-AMORÓS, C. L.; CRUZ, C. A. G.; WHEELER, W. C. The phylogenetic relationship of the charismatic poster frogs, Phyllomedusinae (Anura, Hylidae). **Cladistics**, v. 26, p. 227-261, 2010.
- FROST, D. R. **Amphibian species of the world: an online reference**. Version 5.3 (12 fev. 2009). American Museum of Natural History, New York, USA, 2009. Disponível em: < <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/> > Acesso em: 25 fev. 2010.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2002, 631p.
- GRAZZIOTIN, F. G.; MONZEL, M.; ECHEVERRIGARAY, S.; BONATTO, S. L. Phylogeography of the **Bothrops jararaca** complex (Serpentes: Viperidae): past fragmentation and island colonization in the Brazilian Atlantic forest. **Molecular Ecology**, v. 15, p. 3969 – 3982, 2006.
- HADDAD, C.F.B.; POMBAL JUNIOR, J. P.; BATISTIC, R. F. Natural hybridization between diploid and tetraploid species of leaf-frogs, genus **Phyllomedusa** (Amphibia). **Journal of Herpetology**, v. 28, n. 4, p. 425-430, 1994.

- HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A. **Anfíbios da Mata Atlântica: guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica**. 1.ed. São Paulo: Neotropica LTDA., 2008, 244 p.
- HEWITT, G. The genetic legacy of the Quaternary ice ages. **Nature**, v. 405, n. 22, p. 907-913, 2000.
- HUXLEY, J. S. Clines: and auxiliary taxonomic principle. **Nature**, v. 142, p. 219-220, 1938.
- KIRKPATRICK, M.; BARTON, N. H. Evolution of a species' range. **The American Naturalist**, v. 150, p. 1-23, 1997.
- LYNCH, J. D. **The amphibians of the lowland tropical forests**. Em: Duellman, W. E. (ed.). The South American herpetofauna: it's origin, evolution and dispersal. Monograph of the Museum of Natural History. Lawrence: University of Kansas Printing Service, n. 7, 1979, 485 p.
- MARCELINO, V. R.; HADDAD, C. F. B.; ALEXANDRINO, J. Geographic distribution and morphological variation of striped and nonstriped populations of the Brazilian Atlantic forest treefrog *Hypsiboas bischoffi* (Anura: Hylidae). **Journal of Herpetology**, v. 43, n. 2, p. 351-361, 2009.
- NARVAES, P. **Revisão taxonômica das espécies de *Bufo* do complexo *granulosus* (Amphibia, Anura, Bufonidae)**. 2003. 303 f. Dissertação (Doutorado). Departamento de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- OTTO, S. P.; WHITTON, J. Polyploid incidence and evolution. **Annual Review of genetics**, v. 34, p. 401-437, 2000.
- POMBAL JUNIOR, J. P.; HADDAD, C. F. B. Espécies de *Phyllomedusa* do grupo *burmeisteri* do Brasil oriental, com descrição de uma espécie nova (Amphibia, Hylidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 2, p. 217-229, 1992.
- PUORTO, G.; SALOMÃO, M. G.; THEAKSTON, R. D. G.; THORPE, R. S.; WARRELL, D. A.; WUSTER, W. Combining mitochondrial DNA sequences and morphological data to infer species boundaries: phylogeography of lanceheaded pitvipers in the Brazilian Atlantic forest, and the status of *Bothrops pradoi* (Squamata: Serpentes: Viperidae). **Journal of Evolutionary Biology**, v. 14, p. 527-538, 2001.

- REIS, S. F.; MONTEIRO, L. F. **Princípios de Morfometria Geométrica**. 1. ed. Ribeirão Preto: Hollos, 1999, 198p.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.
- SHEIL, C. A.; ALAMILLO, H. Osteology and skeletal development of **Phyllomedusa vaillanti** (Anura: Hylidae: Phyllomedusinae) and a comparison of this arboreal species with a terrestrial member of the genus. **Journal of Morphology**, v. 265, p. 343-368, 2005.
- SILVA-FILHO, I. S. N., JUNCÁ, F. A. Evidence of full species status of the Neotropical leaf-frog **Phyllomedusa burmeisteri bahiana** (A. Lutz, 1925) (Amphibia, Anura, Hylidae). **Zootaxa**, v. 1113, p. 51-64, 2006.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M.; BEDÊ, L. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic forest. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 695-700, 2005.
- THOMÉ, M. T. C.; ZAMUDIO, K. R.; GIOVANELLI, J. G. R.; HADDAD, C. F. B.; BALDISSERA JUNIOR, F. A.; ALEXANDRINO, J. Phylogeography of endemic toads and post-Pliocene persistence of the Brazilian Atlantic forest. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 55, p. 1018-1031, 2010.
- VIEIRA, K. S.; ARZABE, C.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; VIEIRA, W. L. S. An examination of morphometric variations in a neotropical toad population (**Proceratophrys cristiceps**, Amphibia, Anura, Cyclorampidae). **PLoS ONE**, v. 3, n. 12, 2008. Disponível em: <e3934. doi:10.1371/journal.pone.000393>. Acesso em: 28 set.2010.

APÊNDICE A – Exemplos utilizados nas análises. CFBH: Coleção Célio Fernando Baptista Hddad, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Cmapus de Rio Claro; MNRJ: coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro; espécies: 1- **P. bahiana**, 2- **P. burmeisteri**, 3- **P. distincta**, 4- **P. tetraploidea**, 5- **P. iheringii**; Medidas morfométricas brutas: Comprimento Rostro-Cloacal (CRC); Comprimento da cabeça (CC); Largura da cabeça (LC); Comprimento do focinho (CF) Distância Internasal (DIN); Distância Interorbital (DIO); Diâmetro do olho (DO); Distância narina-olho (DNO); Diâmetro do tímpano (DT); Comprimento do braço (CB); Comprimento do antebraço (CAM); Comprimento do 3º dedo da mão (CDM3); Distância axila-virilha (DAV); Comprimento da coxa (COXA); Comprimento da tíbia (TÍBIA); Comprimento do pé (CP); Comprimento do 4º dedo do pé (CDP4).

Indivíduo	Procedência	Spp	Localidade	CRC	CC	LC	CF	DIN	DIO	DO	DNO	DT	CB	CAM	CDM3	DAV	COXA	TÍBIA	CP	CDP4
49740	MNRJ	1	Indiaroba, SE	69,39	18,78	23,03	10,74	4,21	13,94	8,02	5,7	4,28	17,33	37,47	17,5	39,6	23,54	30,28	44,83	22,82
49741	MNRJ	1	Indiaroba, SE	63,92	18,84	22,31	10,21	5,12	13,49	7,53	5,21	3,67	17,08	36,69	15,19	35,26	21,61	28,29	40,94	20,2
46750	MNRJ	1	Indiaroba, SE	65,54	20,36	22,94	10,51	5,44	14	6,84	5,56	4,83	16,39	36,64	16,76	36,49	22,26	29,9	43,59	21,2
46752	MNRJ	1	Indiaroba, SE	67,34	19,99	22,75	10,39	4,96	13,29	7,57	5,73	4,33	16,73	35,95	14,54	36,97	22,85	29,95	43,25	19,4
46753	MNRJ	1	Indiaroba, SE	66,29	19,15	22,2	10,43	5,07	13,6	6,75	5,87	4,28	15,03	36,74	15,68	34,64	20,5	29,83	44,12	20,02
1446	CFBH	1	Cachoeira, BA	60,31	16,44	19,20	9,20	3,08	11,60	7,22	4,80	3,55	13,58	33,07	12,99	31,94	19,02	26,65	38,88	18,42
1447	CFBH	1	Cachoeira, BA	67,34	18,16	20,89	9,55	4,75	11,81	6,64	4,50	3,73	16,40	36,04	15,24	33,32	21,26	28,97	41,28	21,43
19514	CFBH	1	Maracás, BA	58,97	16,40	19,85	8,74	3,85	11,70	8,41	4,58	3,22	13,91	34,59	15,66	32,52	19,82	27,46	40,43	20,17
19521	CFBH	1	Maracás, BA	61,62	16,81	21,29	9,50	3,63	12,19	8,49	4,51	3,76	12,97	36,30	16,52	34,78	20,98	28,33	41,83	19,84
19522	CFBH	1	Maracás, BA	64,25	18,00	21,75	9,60	3,33	12,33	8,79	4,34	3,93	15,94	35,75	14,79	35,28	20,82	27,48	41,09	20,64
19524	CFBH	1	Maracás, BA	59,82	17,45	19,13	8,83	3,87	11,46	7,66	4,19	3,67	13,56	31,39	14,97	34,36	20,08	25,61	39,18	19,56
19525	CFBH	1	Maracás, BA	61,07	17,37	21,46	9,31	4,15	12,18	7,98	4,82	3,66	14,11	34,49	15,45	31,49	21,85	27,44	41,69	18,95
19526	CFBH	1	Maracás, BA	69,38	19,28	23,71	10,45	5,09	13,78	8,11	5,16	3,78	13,39	36,02	15,79	40,66	19,79	29,66	44,01	23,12
19539	CFBH	1	Maracás, BA	67,98	18,38	22,13	9,77	4,52	13,26	8,68	4,96	3,69	14,55	34,51	13,25	33,85	21,47	28,90	40,84	19,53
589	CFBH	1	Maracás, BA	61,03	16,74	20,47	9,10	3,42	11,90	7,57	4,86	3,25	14,15	33,30	11,93	36,09	21,55	27,12	38,95	17,28
18729	CFBH	1	Aurelino Leal, BA	65,56	19,76	23,09	10,03	4,34	13,31	8,86	5,43	3,94	15,66	38,11	17,12	32,22	22,30	31,12	46,77	17,01
18741	CFBH	1	Aurelino Leal, BA	68,88	19,88	23,05	10,78	5,10	13,51	8,47	4,79	4,12	14,95	37,34	15,34	39,83	24,58	30,07	44,48	20,38
18747	CFBH	1	Aurelino Leal, BA	69,90	18,77	23,49	10,41	4,98	13,34	8,04	5,26	4,21	15,72	39,41	18,18	44,40	23,15	31,22	47,99	22,47
18748	CFBH	1	Aurelino Leal, BA	68,58	20,01	22,96	9,74	3,41	12,59	9,17	5,06	4,45	14,87	37,64	16,17	44,20	23,50	30,28	45,52	22,26

Indivíduo	Procedência	Spp	Localidade	CRC	CC	LC	CF	DIN	DIO	DO	DNO	DT	CB	CAM	CDM3	DAV	COXA	TÍBIA	CP	CDP4
18771	CFBH	1	Aurelino Leal, BA	69,44	19,96	23,17	10,51	5,32	13,76	8,51	5,41	4,18	15,09	39,24	18,29	40,00	23,83	32,31	47,91	25,46
18772	CFBH	1	Aurelino Leal, BA	66,77	19,36	22,31	10,21	4,60	13,66	8,65	5,67	4,09	15,53	38,24	17,48	37,96	23,19	31,12	46,03	23,69
18773	CFBH	1	Aurelino Leal, BA	66,87	19,73	23,04	10,45	4,14	13,33	8,73	5,72	3,93	16,55	37,01	15,06	38,20	24,22	32,51	49,06	21,67
13129	CFBH	1	Uruçuca, BA	64,42	18,96	20,56	8,92	4,77	12,40	8,24	4,76	3,97	16,43	34,44	15,27	31,07	22,39	30,49	43,79	19,55
13354	CFBH	1	Uruçuca, BA	67,18	20,21	22,77	10,14	4,60	12,68	7,84	4,97	4,55	16,45	38,67	15,81	40,95	23,76	30,41	45,70	22,86
13355	CFBH	1	Uruçuca, BA	65,80	19,93	23,09	10,47	4,11	12,29	7,70	6,01	4,16	15,45	37,46	17,51	37,44	21,58	29,86	45,24	21,64
13356	CFBH	1	Uruçuca, BA	66,10	18,17	22,19	9,46	4,16	12,21	6,98	5,16	3,70	16,36	38,33	16,24	34,33	24,14	31,43	45,33	19,93
13357	CFBH	1	Uruçuca, BA	72,39	19,97	23,25	10,83	4,84	13,59	8,23	5,78	4,40	16,64	38,08	16,92	41,78	24,38	31,94	47,34	24,05
13358	CFBH	1	Uruçuca, BA	67,97	18,95	20,90	9,12	3,89	11,78	6,92	4,69	3,77	15,62	36,73	15,69	37,67	21,07	29,22	43,52	19,48
13359	CFBH	1	Uruçuca, BA	72,48	19,54	22,70	10,49	4,19	12,85	7,63	5,65	4,19	13,25	37,09	16,66	36,83	21,26	28,97	45,17	21,32
13360	CFBH	1	Uruçuca, BA	65,33	19,74	23,15	10,19	4,24	12,80	8,34	5,00	3,90	15,94	38,28	17,57	34,30	22,27	30,06	44,75	22,53
4464	CFBH	2	Ilhéus, BA	64,21	18,59	21,48	10,01	4,68	13,10	7,53	4,83	3,77	13,55	35,11	15,28	35,08	19,34	29,27	43,84	20,01
10205	CFBH	1	Grão Mogol, MG	68,69	20,18	24,39	11,29	5,75	14,17	8,16	5,44	3,97	16,84	38,05	16,61	33,37	21,50	31,67	44,63	20,34
10206	CFBH	1	Grão Mogol, MG	57,51	16,71	19,77	9,07	4,11	12,09	7,19	4,74	3,30	14,59	30,74	13,19	29,99	20,09	27,54	38,82	18,87
10207	CFBH	1	Grão Mogol, MG	54,91	16,12	19,78	8,71	4,09	11,71	7,22	4,17	2,34	10,85	29,59	14,11	26,87	15,22	23,60	35,47	17,36
10208	CFBH	1	Grão Mogol, MG	57,34	16,92	19,37	8,74	3,41	11,39	7,82	4,65	3,43	14,32	31,57	15,42	30,69	18,31	25,21	38,19	19,76
10209	CFBH	1	Grão Mogol, MG	57,00	16,69	19,51	8,82	3,26	11,73	6,56	4,34	3,81	14,51	31,19	13,93	32,98	19,76	25,09	36,82	17,64
10210	CFBH	1	Grão Mogol, MG	63,18	18,21	19,53	8,98	3,96	12,37	7,84	4,60	3,84	14,30	34,87	14,15	34,22	19,63	26,85	40,00	18,10
13353	CFBH	1	Caraíva, BA	70,79	20,56	24,20	10,75	3,78	13,31	8,89	5,36	3,30	19,08	40,89	17,03	42,35	24,51	33,46	50,22	21,02
20894	MNRJ	2	Conceição da Barra, ES	65,09	18,02	20,7	10,17	4,8	13,15	7,26	4,91	3,51	16,17	35,44	16,56	33,75	21,53	28,42	42,63	21,92
20895	MNRJ	2	Conceição da Barra, ES	63,4	17,81	20,77	10,22	4,78	12,98	6,94	5,09	4,44	14,89	35,54	16,78	36,48	21,29	28,6	43,05	22,24
20896	MNRJ	2	Conceição da Barra, ES	67,73	19,72	21,63	10,85	4,54	13,37	7,78	5,57	4,07	16,44	35,16	15,93	36,63	20,99	29,37	42,73	21,64
20897	MNRJ	2	Conceição da Barra, ES	62,85	17,4	20,43	10,05	4,35	12,8	6,48	5,19	3,84	14,69	33,49	15,99	34,7	20,56	28	40,49	21,07
20898	MNRJ	2	Conceição da Barra, ES	65,3	17,83	21,15	9,52	4,4	12,53	6,45	4,89	3,75	16,49	34,86	15,89	34,88	21,7	28,73	41,78	20,31
1949	CFBH	2	Conceição da Barra, ES	61,57	17,52	20,54	9,37	3,91	12,27	6,62	4,95	3,27	13,65	33,66	15,10	31,15	19,69	27,51	40,60	19,68

Indivíduo	Procedência	Spp	Localidade	CRC	CC	LC	CF	DIN	DIO	DO	DNO	DT	CB	CAM	CDM3	DAV	COXA	TÍBIA	CP	CDP4
2423	CFBH	1	Conceição da Barra, ES	60,82	17,24	20,48	9,57	4,05	12,16	7,54	5,60	3,10	13,94	31,36	14,31	33,08	19,81	26,68	40,24	18,67
1960	CFBH	2	São Mateus, ES	62,42	17,52	18,61	9,13	4,05	10,89	7,21	4,17	3,24	12,83	32,02	14,77	36,84	19,40	28,18	43,06	18,76
35007	MNRJ	2	Linhares, ES	66,93	18,74	22,34	10,37	5,34	13,12	7,89	4,82	3,97	16,78	36,13	16,55	33,01	22,55	30,3	44,2	19,97
22723	MNRJ	2	Linhares, ES	61,52	17,76	20,82	9,5	4,39	12,31	7,36	4,67	3,47	15,74	35,03	16,47	34,32	21,98	28,99	43,51	20,77
22722	MNRJ	2	Linhares, ES	72,2	20,16	23,79	10,71	5,67	14,98	8,44	5,78	4,36	17,01	38,65	17,82	37,89	21,81	31,83	48,5	21,92
22721	MNRJ	2	Linhares, ES	73,53	19,78	23,5	10,05	5,22	13,51	8,34	5,23	4,21	17	37,93	18,39	41,28	24,34	32,51	50,25	23
8854	MNRJ	2	Linhares, ES	67,18	20,34	22,4	10,49	4,33	13,18	6,78	5,77	4,52	16,13	38,43	18,25	36,31	22,39	31,29	50,18	23,43
8855	MNRJ	2	Linhares, ES	71,22	20,18	22,82	9,7	4,39	12,96	5,9	5,43	3,56	15,32	38,63	17,89	38,91	24,43	30,1	47,4	24,88
8851	MNRJ	2	Linhares, ES	71,9	21,77	24,01	11,23	4,98	14,68	8,38	6,07	4,88	15,76	38,77	18,15	34,21	23,37	31,48	47,47	24,52
1683	MNRJ	2	Linhares, ES	75,53	22,34	24,74	11,99	5,55	14,24	9,14	6,09	4,78	16,87	41,55	17,93	42,38	24,71	34,33	52,49	23,99
14908	CFBH	2	Linhares, ES	72,57	19,34	22,41	10,57	4,20	14,40	8,22	5,71	4,77	14,99	32,29	15,55	28,85	22,21	30,49	47,44	19,93
18084	CFBH	2	Linhares, ES	68,23	19,81	22,50	10,34	4,50	14,27	7,07	6,08	3,86	16,16	37,31	15,95	36,22	22,31	31,82	48,15	23,08
11080	CFBH	2	Linhares, ES	65,22	17,69	21,56	9,81	4,41	12,67	6,49	4,73	3,08	14,17	35,22	12,60	35,36	21,45	27,38	44,71	18,54
4024	CFBH	2	Aracruz, ES	64,69	18,31	21,92	10,25	5,62	13,50	7,97	4,87	3,58	12,19	31,99	13,45	33,91	20,39	26,78	41,94	18,17
2661	CFBH	2	Aracruz, ES	64,99	17,92	19,60	10,15	4,28	12,54	7,11	5,57	3,80	14,69	34,80	14,88	37,15	20,46	27,67	43,29	19,13
2662	CFBH	2	Aracruz, ES	69,71	20,67	22,47	10,99	5,30	13,82	7,92	5,01	4,05	13,17	34,83	13,66	36,98	21,78	27,27	43,99	20,33
2663	CFBH	2	Aracruz, ES	68,75	19,76	23,01	11,01	4,13	12,00	7,06	5,39	3,62	16,07	36,40	17,85	40,84	22,34	30,51	46,19	21,09
4180	CFBH	2	Aracruz, ES	64,92	20,05	22,05	11,52	5,41	12,83	6,84	5,80	4,34	14,27	36,33	14,17	35,03	20,51	29,35	45,45	20,85
5379	CFBH	1	Aracruz, ES	70,06	19,85	22,43	10,28	3,77	13,70	8,49	5,49	4,22	15,78	37,60	14,21	41,52	23,20	30,93	46,11	19,56
5380	CFBH	1	Aracruz, ES	66,14	19,40	22,45	10,51	4,72	13,31	7,43	5,22	3,89	16,05	38,63	17,30	37,37	21,36	31,34	46,12	21,22
5381	CFBH	1	Aracruz, ES	64,98	20,08	23,16	10,86	4,80	13,90	8,54	5,10	3,95	15,24	35,74	16,34	35,72	21,28	28,12	44,10	22,81
5382	CFBH	1	Aracruz, ES	64,32	19,44	22,36	10,56	4,76	13,20	8,45	5,33	3,85	14,78	36,44	17,59	35,52	22,30	29,10	45,86	21,27
55086	MNRJ	2	Catas Altas, MG	65,7	19,13	22,67	10,24	4,57	13,86	7,68	4,95	3,71	14,98	34,99	17,33	33,08	27,57	28,05	37,29	16,44
55087	MNRJ	2	Catas Altas, MG	61,93	18,06	21,91	9,92	4,16	12,36	7,23	4,89	3,78	16,33	34,71	17,74	35,01	21,68	28,65	42,98	22,13
55088	MNRJ	2	Catas Altas, MG	67,04	17,52	20,8	9,67	4,46	12,17	7,52	4,81	3,31	15,15	34,11	17,53	37,36	21,05	27,75	41,99	20,33
55089	MNRJ	2	Catas Altas, MG	68,91	18,8	24,16	10,36	4,96	14,05	7,72	5,6	3,86	15,27	36,2	17,76	35,86	23,04	30,1	46,42	24,03
55090	MNRJ	2	Catas Altas, MG	62,5	17,79	20,72	9,98	4,2	12,68	7,18	5,07	3,81	14,75	34,3	17,75	31,54	21,35	29,13	44,51	20,42

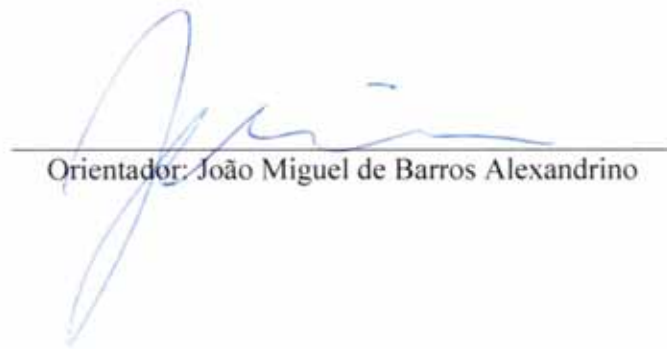
Indivíduo	Procedência	Spp	Localidade	CRC	CC	LC	CF	DIN	DIO	DO	DNO	DT	CB	CAM	CDM3	DAV	COXA	TÍBIA	CP	CDP4
51929	MNRJ	2	Muniz Freire, ES	57,13	15,99	19,26	9,66	4,52	11,95	6,31	4,77	3,52	14,66	35,57	15,76	31,61	20,11	27,01	39,89	19,64
26024	MNRJ	2	Muniz Freire, ES	64,34	17,41	19,37	9,36	3,71	11,73	6,65	5,34	2,76	14,98	36,35	17,75	36,65	21,39	27,85	43,97	22,89
26025	MNRJ	2	Muniz Freire, ES	63,79	17,36	20,62	9,26	4,34	12,83	7,73	4,35	3,56	14,45	35,7	16,64	38,37	20,65	29,46	44,25	21,57
26026	MNRJ	2	Muniz Freire, ES	67,33	17,57	20,28	9,86	4,47	12,55	7,01	5,15	2,86	15,72	34,54	15,74	41,16	20,54	29,02	43,84	20,24
26027	MNRJ	2	Muniz Freire, ES	65,37	19,28	21,18	9,85	4,36	12,83	7,55	5,02	3,87	15,12	34,81	18,14	36,97	20,37	28,08	43,43	22,78
18657	CFBH	2	São José do Rio Pardo, SP	58,17	16,68	18,39	9,54	3,76	11,48	6,31	4,68	3,68	14,50	33,09	12,51	31,89	23,49	27,40	40,31	17,97
18658	CFBH	2	São José do Rio Pardo, SP	54,26	15,81	17,52	8,21	3,71	10,51	6,31	4,35	3,13	13,33	28,89	13,20	30,59	17,13	24,94	35,90	16,61
18659	CFBH	2	São José do Rio Pardo, SP	62,46	16,80	20,20	8,80	3,92	12,04	6,11	4,94	3,38	14,62	34,29	14,71	35,67	19,94	26,97	41,99	19,03
18660	CFBH	2	São José do Rio Pardo, SP	62,25	17,65	20,26	10,32	4,17	11,98	6,32	5,70	3,29	13,28	32,47	14,35	34,08	18,08	24,95	39,36	18,28
18661	CFBH	2	São José do Rio Pardo, SP	55,65	14,79	18,69	7,85	3,65	11,24	6,41	4,28	2,81	13,29	31,71	13,77	31,61	18,57	24,93	37,92	19,32
923	CFBH	2	Corumbataí, SP	57,67	16,61	19,29	8,77	4,36	11,94	7,43	4,66	3,93	13,30	31,77	14,68	29,88	19,10	25,93	37,45	17,31
924	CFBH	2	Corumbataí, SP	52,44	15,40	17,91	8,39	4,03	11,01	6,32	4,35	3,20	11,61	29,07	15,08	26,93	16,99	23,66	34,59	16,87
14428	CFBH	2	Rio Claro, SP	57,74	16,82	19,45	9,08	3,60	12,03	6,68	5,05	3,01	13,38	31,32	13,01	30,82	17,70	25,72	37,59	17,39
7204	CFBH	2	Queluz, SP	60,93	17,05	19,40	10,09	4,37	11,90	7,33	4,57	3,36	11,45	31,33	13,43	29,33	17,70	24,40	36,04	18,45
2480	MNJRJ	2	Duque de Caxias, RJ	56,5	16,45	19,99	8,6	4,35	11,53	7,13	4,68	2,96	14,04	30,82	13,83	29,95	20	26,4	40,78	20,21
3079	MNJRJ	2	Duque de Caxias, RJ	57,6	16,69	20,12	9,01	4,47	11,63	6,24	4,59	3,24	13,74	30,93	12,95	32,09	19,14	26,5	37,87	18,41
54770	MNJRJ	2	Duque de Caxias, RJ	70,1	19,68	22,27	10,67	5,22	14,11	8,62	5,39	4,33	16,27	38,46	18,78	39,49	24,33	32,35	50,1	24,79
13297	MNJRJ	2	Duque de Caxias, RJ	63,95	19,12	20,7	9,99	4,34	12,8	7,13	5,45	3,89	15,99	34,17	12,88	34,73	23,24	29,52	43,86	19,8
2426	MNJRJ	2	Duque de Caxias, RJ	59,58	16,26	19,72	9,02	3,99	11,17	7,01	3,83	3,14	11,98	31,96	12,84	34,21	21,23	25,05	40,13	20,52
10107	CFBH	4	Bandeirantes, PR	55,56	15,19	18,39	8,12	4,09	10,56	6,24	3,68	3,55	12,07	31,47	13,36	28,19	15,80	23,63	36,47	19,12
2034	CFBH	2	Jundiaí, SP	64,64	18,88	22,81	5,09	4,20	12,79	7,93	5,08	3,80	15,48	33,16	14,77	34,77	21,83	28,17	42,82	21,42
2053	CFBH	2	Jundiaí, SP	61,22	17,46	19,25	9,40	3,67	11,87	6,99	4,65	3,99	12,72	31,35	13,09	36,68	18,64	25,13	38,91	19,08
8254	CFBH	4	São Luis do Paraitinga, SP	48,82	14,36	17,12	7,75	3,53	10,26	6,09	4,06	3,19	11,73	29,27	11,31	27,28	15,93	23,04	33,85	17,90

Indivíduo	Procedência	Spp	Localidade	CRC	CC	LC	CF	DIN	DIO	DO	DNO	DT	CB	CAM	CDM3	DAV	COXA	TÍBIA	CP	CDP4
405	CFBH	4	Parapananema, SP	60,36	17,32	19,93	8,89	4,46	11,61	6,44	4,76	3,89	13,47	32,78	16,30	34,82	19,46	26,24	39,08	19,26
17190	CFBH	4	Maringá, PR	59,48	20,72	17,32	9,47	5,01	12,81	7,31	4,61	3,40	15,02	34,93	15,96	36,94	19,88	27,24	42,22	20,83
17191	CFBH	4	Maringá, PR	58,98	16,56	19,60	8,41	4,25	11,54	7,05	3,53	3,79	14,42	34,65	16,17	31,13	20,98	27,49	42,32	20,12
17192	CFBH	4	Maringá, PR	61,68	16,96	19,80	9,35	4,15	12,32	6,30	4,14	3,61	13,08	34,75	16,20	32,22	19,40	26,28	41,08	20,84
17193	CFBH	4	Maringá, PR	55,94	15,71	18,99	8,14	4,27	11,00	7,04	3,50	3,16	13,43	33,31	14,53	30,91	20,03	27,11	40,53	20,03
17194	CFBH	4	Maringá, PR	57,50	15,84	19,87	8,61	3,70	11,63	7,20	4,02	3,40	12,63	32,86	15,16	31,57	18,95	25,06	39,65	19,77
8334	CFBH	3	Pilar do Sul, SP	54,77	15,86	18,72	8,22	3,39	10,81	5,98	3,85	3,03	13,11	32,34	14,14	29,74	21,21	25,00	39,55	19,46
8335	CFBH	4	Pilar do Sul, SP	61,19	16,63	19,85	9,06	3,63	11,65	6,97	4,65	3,77	13,87	34,17	14,84	35,84	20,96	27,59	42,03	20,31
28033	MNRJ	3	Ribeirão Grande, SP	53,57	14,76	18,05	8,12	4,04	10,37	6,02	3,95	3,24	13,31	30,44	13,37	29,48	17,48	25,56	36,42	17,98
28034	MNRJ	3	Ribeirão Grande, SP	56,52	16,15	18,37	16,01	3,82	10,79	7,22	4,37	3,06	12,66	30,61	13,33	30,03	17,6	25,03	36,5	16,96
28032	MNRJ	3	Ribeirão Grande, SP	56,09	15,02	17,99	7,4	3,84	10,37	5,64	3,93	3,4	14,13	28,62	13,58	30,15	16,93	24,3	34,66	16,15
28036	MNRJ	3	Ribeirão Grande, SP	51,67	14,45	16,75	7,5	3,84	10,05	5,84	4,05	3,58	13,53	28,36	14,71	23,81	18,75	24,31	35,07	17,02
28037	MNRJ	3	Ribeirão Grande, SP	51,63	15,22	17,04	7,71	3,18	9,6	5,54	3,91	3,02	12,82	29,34	14,84	27,14	17,7	24,52	35	16,88
28035	MNRJ	3	Ribeirão Grande, SP	61,38	17,29	20,47	8,81	4,14	11,02	6,2	4,12	3,69	13,62	30,99	13,29	29,65	20,05	25,86	37,39	18,11
1810	CFBH	3	Ribeirão Branco, SP	53,73	15,22	17,76	8,06	3,39	9,99	5,55	3,74	2,86	12,81	30,01	14,50	31,35	17,45	23,88	35,22	16,49
2028	CFBH	3	Ribeirão Branco, SP	53,44	14,16	16,71	7,48	3,39	10,09	5,87	4,02	3,41	12,54	30,74	15,35	27,46	17,88	23,33	37,00	18,51
8246	CFBH	3	Ribeirão Branco, SP	54,84	14,96	16,66	7,61	3,44	9,77	5,48	3,65	2,94	12,09	29,13	13,30	30,57	18,21	22,58	34,79	17,94
8247	CFBH	4	Ribeirão Branco, SP	59,57	16,57	20,13	8,82	4,84	11,75	7,86	4,36	4,12	14,14	33,45	15,66	37,63	20,40	26,12	39,24	19,13
8249	CFBH	4	Ribeirão Branco, SP	59,03	16,21	20,36	8,43	3,86	11,25	6,39	4,24	3,39	14,41	33,55	15,40	38,33	19,36	26,65	39,66	20,71
8250	CFBH	4	Ribeirão Branco, SP	50,33	14,62	18,22	7,71	3,24	10,07	5,88	3,90	2,92	11,53	29,62	12,91	29,83	17,00	23,21	34,97	14,69
8252	CFBH	4	Ribeirão Branco, SP	55,90	15,69	19,01	8,16	3,72	11,00	6,65	3,81	3,32	12,31	30,38	12,61	33,33	17,47	25,22	35,78	19,08
10083	MNRJ	3	Pedro de Toledo, SP	48,64	13,3	16,32	7,32	3,69	9,92	6,07	3,97	3,18	11,63	27	12,37	26,58	19,59	22,31	34,57	16,2

Indivíduo	Procedência	Spp	Localidade	CRC	CC	LC	CF	DIN	DIO	DO	DNO	DT	CB	CAM	CDM3	DAV	COXA	TÍBIA	CP	CDP4
10082	MNRJ	3	Pedro de Toledo, SP	50,09	13,99	16,86	7,61	3,58	10,49	5,96	4,1	3,59	12,13	27,83	12,28	27,04	18,05	22,33	33,24	16,38
21876	CFBH	4	Tibagi, PR	54,71	15,11	18,65	8,01	3,37	10,3	6,57	3,61	4,29	12,77	31,72	15,81	37,29	18,86	23,83	37,34	18,35
21877	CFBH	4	Tibagi, PR	60,13	16,74	19,89	8,66	4,07	11,34	7,23	4,19	3,5	15,46	35,76	15,32	30,36	21,02	26,59	42,5	21,58
21878	CFBH	4	Tibagi, PR	60,12	17,25	20,39	9,36	4,94	11,67	7,3	4	3,6	14,63	36,61	17,91	36,02	18,93	27,29	43,12	23,22
21879	CFBH	4	Tibagi, PR	56,17	16,15	19,69	8,66	3,87	10,31	7,31	3,67	3,56	14,34	33,37	13,86	35,4	20,89	25,28	40,24	21,02
21880	CFBH	4	Tibagi, PR	54,05	15,21	19,21	8,41	3,96	10,52	6,51	3,89	3,76	12,68	31,49	12,59	30,45	17,19	24,98	37,71	18,15
21881	CFBH	4	Tibagi, PR	54,4	16,14	19,85	8,44	4,12	10,63	7,39	3,61	4,21	12,22	33,23	16,1	32,7	18,01	24,15	39,04	20,43
21882	CFBH	4	Tibagi, PR	58,18	15,3	19,12	8,15	4	11,1	6,21	3,45	3,85	13,63	33,18	15,2	34,73	18,39	24,17	37,63	18,13
21883	CFBH	4	Tibagi, PR	59,84	16,8	20,11	8,46	4,02	11,13	6,66	3,89	3,88	13,51	34,35	16,86	34,27	18,5	25,25	39,43	19,65
21884	CFBH	4	Tibagi, PR	58,7	15,86	19,36	8,84	3,84	10,75	7,03	4,06	4,02	12,4	34,03	16,29	34,89	18,32	24,92	38,33	18,95
6966	CFBH	3	Registro, SP	48,13	14,25	16,47	7,83	3,29	9,71	5,63	3,93	3,12	11,57	28,02	13,48	21,81	15,47	23,18	33,83	15,97
6967	CFBH	3	Registro, SP	47,89	14,06	16,35	7,57	3,44	9,45	6,02	3,54	2,73	11,31	27,97	11,18	23,34	17,23	21,59	33,46	15,74
4738	MNRJ	3	Eldorado, SP	50,37	13,86	16,86	7,64	3,41	10,24	6,05	3,53	3,07	12,89	28,26	12,63	28,54	18,34	22,33	34,15	17,2
4741	MNRJ	3	Eldorado, SP	49,9	14,26	16,85	7,28	3,32	9,67	6,35	3,41	3,25	12,92	29,37	13,35	24,33	18,23	23,07	34,37	17
4736	MNRJ	3	Eldorado, SP	55,57	14,94	17,03	7,92	3,81	10,26	6,32	4,05	2,95	13,48	31,27	13,38	30,89	19,17	24,92	36,37	17
4740	MNRJ	3	Eldorado, SP	49,47	13,54	15,78	7,26	3,05	9,2	6,44	3,76	3,53	11,88	28,12	13,49	29,39	17,31	22,44	32,79	16,73
4739	MNRJ	3	Eldorado, SP	56,12	16,17	17,96	8,7	3,39	10,88	7,07	4,49	3,79	12,41	30,73	13,81	28,6	19,39	25,02	36,4	17,02
13868	CFBH	3	Iporanga, SP	55,16	15,95	18,53	8,34	3,48	10,71	7,08	4,66	3,54	12,83	31,92	14,25	30,28	19,71	25,59	38,24	18,03
39929	MNRJ	3	Iguape, SP	59,29	17,17	19,42	8,7	4,06	10,69	6,06	4,41	4,07	13,94	34,08	16,62	31,48	20,51	25,83	39,33	18,28
39921	MNRJ	3	Iguape, SP	57,65	17,34	19,31	9,15	3,68	10,87	6,81	4,35	3,82	13,94	32,08	14,78	31,67	19,09	24,53	37,92	18,76
39920	MNRJ	3	Iguape, SP	58,4	19,6	19,76	8,63	4,06	11,68	7,26	4,56	3,46	13,88	32,58	15,08	32,08	18,82	25,47	37,82	20,23
806	CFBH	3	Iguape, SP	48,64	14,03	17,89	7,59	3,27	9,34	5,39	3,74	2,70	11,87	28,52	13,98	29,26	16,88	23,39	34,55	17,54
807	CFBH	3	Iguape, SP	50,62	14,82	16,36	7,52	3,56	9,76	6,05	3,49	3,22	12,63	29,40	13,38	26,89	16,63	23,77	34,71	19,61
808	CFBH	3	Iguape, SP	53,45	14,40	17,56	8,25	3,44	10,30	5,53	4,27	2,81	11,52	29,95	14,38	30,41	17,66	23,85	34,83	17,15
10090	MNRJ	3	Guaraqueçaba, PR	56,34	15,7	17,03	8,06	3,97	11,13	5,73	4,22	3,66	13,42	30,48	13,21	28,75	19,1	24,17	36,28	17,46
10097	MNRJ	3	Guaraqueçaba, PR	54,1	15,53	18,16	8,14	3,86	10,56	6,14	4,45	2,88	14,78	30,87	13,73	34,54	20,32	25,03	38,05	19,03

Indivíduo	Procedência	Spp	Localidade	CRC	CC	LC	CF	DIN	DIO	DO	DNO	DT	CB	CAM	CDM3	DAV	COXA	TÍBIA	CP	CDP4
10092	MNRJ	3	Guaraqueçaba, PR	52,91	15,72	16,74	7,9	3,27	9,96	6,17	3,93	3,14	13,4	27,77	10,29	26,07	18,1	23,99	34,34	16,13
10093	MNRJ	3	Guaraqueçaba, PR	58,17	15,35	18,68	8,57	3,98	11,01	6,07	4,12	3,38	13,42	30,12	14,46	36,14	18,86	24,27	37,1	17,16
33759	MNRJ	3	Guaraqueçaba, PR	53,14	14,35	17,44	8,14	3,94	10,79	6,46	4,24	3,21	11,63	27,9	13,23	24,67	17,69	23,6	35,28	17,25
11067	CFBH	3	Antonina, PR	50,32	14,29	16,91	7,41	3,26	9,51	5,24	3,68	3,15	10,53	28,69	14,65	26,60	16,68	23,73	33,89	18,98
11068	CFBH	3	Antonina, PR	49,68	14,05	16,15	7,63	3,13	9,93	5,87	3,49	2,98	12,29	29,03	13,00	25,35	16,25	22,60	35,05	17,67
7599	CFBH	3	Matinhos, PR	53,35	15,03	17,97	8,93	2,95	9,96	5,07	4,14	3,07	13,38	29,91	12,20	33,52	17,46	24,36	36,58	16,98
2657	CFBH	3	Guaratuba, PR	47,97	13,49	15,88	7,79	3,22	9,77	5,55	3,83	2,71	11,86	28,04	13,39	30,31	17,06	20,89	30,98	17,29
2659	CFBH	3	Guaratuba, PR	33,38	9,84	11,58	5,71	2,70	7,38	4,36	2,58	2,06	8,78	19,23	8,99	20,12	9,99	15,41	22,08	10,68
18258	CFBH	4	Cruz Machado, PR	57,22	16,91	18,94	8,20	4,09	11,09	6,15	3,99	4,08	13,31	32,99	16,43	30,22	19,50	25,66	40,19	21,25
18251	CFBH	4	Cruz Machado, PR	51,06	13,98	16,60	7,89	3,95	9,53	5,56	3,49	2,89	11,16	28,25	13,67	29,34	16,17	21,94	32,08	16,52
18252	CFBH	4	Cruz Machado, PR	49,50	13,61	16,97	7,09	3,72	9,66	5,68	3,33	2,88	11,78	29,84	12,96	27,60	16,49	22,75	34,57	16,44
18253	CFBH	4	Cruz Machado, PR	52,20	15,45	17,81	7,92	3,79	9,83	4,98	3,45	3,17	12,50	31,36	15,25	30,05	17,53	23,70	36,17	19,06
18254	CFBH	4	Cruz Machado, PR	53,35	14,27	17,07	7,33	3,61	9,39	5,38	3,27	3,36	12,28	30,31	14,23	31,14	17,56	23,31	35,17	16,93
4476	CFBH	3	São Bento do Sul, SC	51,21	14,80	17,51	7,86	3,30	10,21	6,11	3,89	3,26	12,92	29,63	12,83	29,00	18,36	23,47	34,94	16,56
5665	CFBH	4	São Domingos, SC	56,91	16,15	19,82	8,78	4,54	11,49	6,96	3,84	3,46	12,41	32,25	15,40	27,42	18,50	25,96	38,08	20,01
10998	CFBH	3	Barra Velha, SC	43,15	12,17	13,83	6,67	2,74	8,04	4,97	3,36	2,98	10,57	24,85	11,95	23,47	15,34	19,53	28,89	13,55
10999	CFBH	3	Barra Velha, SC	50,55	13,70	17,19	7,34	3,26	9,85	5,30	4,08	3,41	13,09	29,74	11,86	28,34	15,66	22,90	33,82	16,75
11000	CFBH	3	Barra Velha, SC	44,91	12,37	14,04	6,90	3,05	8,35	5,05	3,76	2,71	10,65	25,70	9,77	24,28	16,83	19,74	30,01	13,75
11007	CFBH	3	Barra Velha, SC	42,20	12,41	15,01	6,96	2,99	8,46	4,26	3,22	2,77	9,90	25,23	11,49	23,03	16,21	20,12	29,72	14,44
3866	CFBH	4	Chapecó, SC	52,75	15,11	18,21	8,44	4,38	10,73	5,76	4,16	3,49	10,41	30,62	14,71	29,39	15,89	23,47	35,98	18,84
21891	CFBH	4	Derrubadas, RS	60,31	15,81	19,21	8,79	4,17	11,13	7,47	4,08	3,82	13,4	34,02	13,79	33,72	18,65	25,8	40,21	18,29
21892	CFBH	4	Derrubadas, RS	53,4	14,72	17,59	7,63	3,47	10,19	5,52	3,72	3,34	12,01	30,75	14,73	28,47	16,64	22,92	35,5	17,05
21893	CFBH	4	Derrubadas, RS	52,54	14,53	17,27	7,38	3,54	9,66	6,29	3,33	3,29	12,87	30,17	11,68	29,04	17,69	22,4	35,55	15,65
21894	CFBH	4	Derrubadas, RS	55,56	15,34	17,76	8,12	3,9	10,37	5,91	3,45	3,25	13,1	30,8	13,4	34,56	17,81	24,22	35,92	17,67

Indivíduo	Procedência	Spp	Localidade	CRC	CC	LC	CF	DIN	DIO	DO	DNO	DT	CB	CAM	CDM3	DAV	COXA	TÍBIA	CP	CDP4
21895	CFBH	4	Derrubadas, RS	58,03	15,36	18,67	8,58	3,89	10,24	6,36	3,9	3,01	11,64	32,16	14,3	32,03	18,15	24,88	38,29	19,43
21896	CFBH	4	Derrubadas, RS	55,58	15,71	18,7	8,1	4,53	10,94	6,17	3,2	3,77	14,1	31,69	13,76	29,33	17,16	24,68	37,47	19,49
21897	CFBH	4	Derrubadas, RS	50,34	14,11	17,11	7,48	3,61	9,57	6,88	3,37	3,04	12,25	30,04	11,8	28,23	18,68	22,08	35,27	14,56
12412	CFBH	3	Treviso, SC	48,40	13,40	16,47	6,87	3,21	9,55	6,23	3,25	3,25	10,06	27,15	12,24	29,37	16,14	20,59	32,32	16,74
12408	CFBH	3	Treviso, SC	49,37	14,07	16,74	7,33	3,13	10,05	5,31	4,51	3,56	11,72	28,13	10,98	28,24	17,60	23,17	34,25	16,60
12409	CFBH	3	Treviso, SC	49,35	13,50	15,91	6,83	3,32	9,03	6,43	3,21	3,64	12,17	27,64	12,49	29,57	17,62	21,82	33,37	15,74
12410	CFBH	3	Treviso, SC	48,56	13,52	16,94	7,34	3,32	9,99	5,86	3,29	2,88	10,47	27,17	10,09	29,39	16,51	22,40	30,70	14,15
9848	CFBH	3	Treviso, SC	46,59	13,82	17,43	7,81	3,53	10,59	6,22	3,41	3,07	11,84	26,46	12,25	25,41	16,45	21,01	32,36	17,65
10321	CFBH	3	Treviso, SC	52,07	14,12	17,20	7,44	3,12	10,24	5,82	3,78	2,69	10,94	27,63	13,37	29,95	16,44	21,95	34,48	17,43
21901	CFBH	5	São Sepé, RS	46,12	13,38	16,26	6,92	3,53	9,51	5,12	3,15	3,26	11,88	30,06	13,02	24,38	16,64	21,82	34,08	17,1
21902	CFBH	5	São Sepé, RS	51,73	14,4	17,04	7,55	3,78	10,27	6,26	3,67	3,48	11,63	30,35	13,28	26,39	17,83	21,74	35,28	17,5
21903	CFBH	5	São Sepé, RS	47,91	13,38	15,31	6,5	3,94	9,63	5,77	3,53	3,09	10,44	28,99	14,11	24,53	17,94	20,84	33,38	15,18
21904	CFBH	5	São Sepé, RS	48,46	14,51	17,28	7,5	3,86	9,78	5,74	3,61	3,42	11,14	30,22	14,35	24,99	16,27	22,78	34,54	17,86
21905	CFBH	5	São Sepé, RS	51,65	14,3	16,5	7,39	3,81	10,34	5,98	3,98	3,39	13,02	31,38	14,66	27,3	18,21	23,68	37,09	15,41
21906	CFBH	5	São Sepé, RS	53,11	14,52	16,78	7,43	3,83	9,87	5,45	3,69	3,2	11,09	29,41	12,83	28,42	17,75	23,07	35,33	16,44
21907	CFBH	5	São Sepé, RS	48,75	13,28	15,87	7,14	3,47	9,49	5,53	3,4	3,29	11,03	28,28	11,14	24,8	16,38	20,92	33,14	16,54
21908	CFBH	5	São Sepé, RS	49,47	14,93	16,66	7,73	3,73	9,91	6,2	3,65	3,35	11,12	28,25	11,04	29,31	17,9	22,25	33,32	15,45
21909	CFBH	5	São Sepé, RS	48,17	13,94	15,93	7,16	3,9	9,83	4,98	3,85	3,3	11,3	28,63	12,14	25,78	17,2	21,47	33,71	14,81
21910	CFBH	5	São Sepé, RS	50,96	13,27	15,81	6,91	3,38	9,23	5,82	3,64	3,03	11,74	28,75	11,93	26,71	16,32	21,86	32,54	14,35
21911	CFBH	5	São Sepé, RS	48,5	14,22	16,39	7,42	4,18	9,9	5,26	3,36	3,31	11,42	29,05	11,76	27,07	16,81	22,18	35,01	18,47



Orientador: João Miguel de Barros Alexandrino



Aluna: Michele Fernandes Gonçalves