

**Universidade de São Paulo  
Instituto de Matemática e Estatística**

**Centro de Estatística Aplicada**

**Relatório de Análise Estatística**

RAE-CEA–20P15

**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:**

**“Comparação craniana de *Didelphis albiventris* e *Didelphis aurita* em Mata Atlântica e Cerrado do Estado de São Paulo”**

**Bruna Satie Umino**

**Raul Ossada**

**Júlia Maria Pavan Soler**

**Maria Regina Madruga Tavares**

**São Paulo, dezembro de 2020**

## **CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA – USP**

**TÍTULO:** Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Comparação craniana de *Didelphis albiventris* e *Didelphis aurita* em Mata Atlântica e Cerrado do Estado de São Paulo”.

**PESQUISADOR(A):** Prof. Dr. Júlio Cesar Voltolini

**INSTITUIÇÃO:** Universidade de Taubaté, Departamento de Biologia

**FINALIDADE DO PROJETO:** Publicação

**RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE:** Bruna Satie Umino

Raul Ossada

Júlia Maria Pavan Soler

Maria Regina Madruga Tavares

**REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:** UMINO, B. S.; OSSADA, R.; SOLER, J. M. P.; TAVARES, M. R. M. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Comparação craniana de *Didelphis albiventris* e *Didelphis aurita* em Mata Atlântica e Cerrado do Estado de São Paulo”.** São Paulo, IME-USP, 2020. (RAE–CEA-20P15)

**FICHA TÉCNICA**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABADI, M. et al. (2016). **Tensorflow: Large-scale machine learning on heterogeneous distributed systems**, New York, Cornell University, 19p.

ALLAIRE J.J.; CHOLLET F. (2020). **keras: R Interface to 'Keras'**. R package version 2.3.0.0.

BECKER, M.; DALPONTE, J.C. (2013). **Rastros de Mamíferos Silvestres Brasileiros: Um Guia de Campo**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 166 p.

CERQUEIRA, R. (1985). The distribution of *Didelphis* in South America (Polyprotodontia, Didelphidae). **Journal of Biogeography**, 135-145.

CERQUEIRA, R.; LEMOS, B. (2000). Morphometric differentiation between *Neotropical black-eared opossums*, *Didelphis marsupialis* and *D. aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae). **Mammalia**, v. **64**, n. **3**, 319-328.

FRIEDRICH, S.; PAULY, M. (2018). MATS: Inference for potentially singular and heteroscedastic MANOVA. **Journal of Multivariate Analysis**, v. **165**, 166-179.

FRIEDRICH S.; KONIETSCHKE F.; PAULY M. (2020). **MANOVA.RM: Resampling-Based Analysis of Multivariate Data and Repeated Measures Designs**. R package version 0.4.2.

GIOLO, S.R. (2017). **Introdução à análise de dados categóricos com aplicações**. São Paulo: Blücher, 256p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2004a). **Mapa de Biomas do Brasil: Primeira aproximação**. Brasil.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2004b). **Mapa de Vegetação do Brasil**. Brasil.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2015). **Mapa Político do Estado de São Paulo**. São Paulo.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. (1998). **Applied multivariate statistical analysis**. 4ªed. New Jersey: Prentice Hall, 816p.

Kutner, M.H.; Nachtsheim C.J.; Neter J.; Li W. (2005). **Applied linear statistical models**. 5. ed. Boston: McGraw-Hill/Irwin, 1396 p.

LAMMERS, A. R.; DZIECH, H. A.; GERMAN, R. Z. (2001). Ontogeny of sexual dimorphism in *Chinchilla lanigera* (Rodentia: Chinchillidae). **Journal of Mammalogy**, v. **82**, n. **1**, 179-189.

MCMANUS, J. J. (1974). *Didelphis virginiana*. **Mammalian species**, n. 40, 1-6.

PAULINO, C.D.; SINGER, J.M. (2006). **Análise de dados categorizados**. São Paulo: Blücher, 648p.

RALLS, K. (1976). Mammals in which females are larger than males. **Quarterly review of Biology**, 245-276.

RALLS, K. (1977). Sexual dimorphism in mammals: avian models and unanswered questions. **American Naturalist**, 917-938.

REIS, N.R.; FREGONEZI, M.N.; PERACCHI, A.L.; SHIBATTA, O.A.; SARTORE, E.R.; ROSSANEIS, B.K.; SANTOS, V.R.; FERRACIOLI, P. (2014). **Mamíferos terrestres de médio e grande porte da Mata Atlântica**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 146 p.

ROBIN X.; TURCK N.; HAINARD A.; TIBERTI N.; LISACEK F.; SANCHEZ J.C.; MÜLLER M. (2011). pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. **BMC Bioinformatics**, 12, p.77.

TYNDALE-BISCOE, C. H.; MACKENZIE, R. B. (1976). Reproduction in *Didelphis marsupialis* and *D. albiventris* in Colombia. **Journal of Mammalogy**, v. 57, n. 2, 249-265.

## **PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:**

Microsoft Word for Windows (versão 2020)

Microsoft Excel for Windows (versão 2020)

R for Windows (versão 4.0.2)

## **TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS**

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Análise Descritiva Multidimensional (03:020)

Análise Discriminatória (06:050)

Regressão Logística (07:090)

Outros (07:990)

Análise de Variância com Efeitos Fixos (08:010)

Análise de Variância Multivariada (08:110)

Outros (08:990)

### **ÁREA DE APLICAÇÃO**

Ciências do Ambiente e Ecologia (14:060)

## Resumo

O gênero *Didelphis* é considerado o maior didelfimorfo da atualidade, e engloba, na América do Sul, as espécies *D. albiventris* e *D. aurita*. O presente estudo busca investigar as diferenças morfométricas entre as espécies *D. albiventris* e *D. aurita* quanto ao sexo (dimorfismo sexual) e ao bioma (Cerrado e Mata Atlântica), visando auxiliar na classificação delas. Foram analisados crânios depositados em museus que estivessem sexados, com idade adulta e apresentado seu respectivo município, para que fosse possível sua categorização quanto ao domínio fitogeográfico e morfoclimático predominante. Para o estudo foi feita a coleta de 12 medidas cranianas de 223 amostras, sendo 92 exemplares da espécie *D. albiventris* e 131 classificada como *D. aurita*. Pelos resultados da análise descritiva, observa-se que as medidas frontais do crânio parecem apresentar melhor separação entre as amostras das duas espécies. Para a análise inferencial, foram abordados dois objetivos principais, analisar as variáveis espécie, sexo e bioma com relação às medidas cranianas, através de análises de variância uni e multivariada, e o segundo foi encontrar classificadores dos crânios considerando os fatores e interações estatisticamente significativas levantadas no objetivo anterior. Neste escopo foram feitas análise discriminante linear, regressão multinomial, regressão logística e rede neural. Considerando o primeiro objetivo, a análise de variância multivariada apresentou diferenças significativas entre espécies e entre sexos e, na análise univariada, apenas uma medida craniana apresentou interação estatisticamente significativa. Já para o segundo objetivo, concluímos que a análise discriminante linear apresentou os melhores resultados de classificação com base nos dados analisados, sendo as variáveis comprimento da linha pós canino superior, comprimento da linha pós canino inferior e comprimento da linha dentária do maxilar as que mais contribuíram para a classificação.

## Sumário

1. Introdução.....	9
2. Objetivos.....	10
3. Descrição do estudo .....	10
4. Descrição das variáveis.....	12
5. Análise descritiva.....	12
5.1 Univariada .....	12
5.2 Multivariada .....	15
6. Análises inferenciais.....	16
6.1 Análise de Variância Multivariada (MANOVA) .....	17
6.2 Análise de Variância Univariada (ANOVA).....	18
6.3 Análise Discriminante Linear (LDA).....	19
6.4 Regressão Multinomial e Regressão Logística .....	21
6.5 Redes Neurais.....	24
7 Conclusões.....	24
APÊNDICE A: Tabelas das análises descritivas .....	26
APÊNDICE B: Figuras das análises descritivas .....	32
APÊNDICE C: Tabelas das análises inferenciais .....	51
APÊNDICE D: Figuras das análises inferenciais.....	80



## 1. Introdução

A ordem Didelphimorphia possui apenas a família Didelphidae, a qual pertencem os gambás e as cuícas, está amplamente distribuída no território brasileiro, estando presente em habitats de matas, cerrados e zonas de cultivos de frutíferas, além de ser frequentemente encontrada em áreas urbanas. O gênero *Didelphis* encontra-se dentro dessa família, sendo considerado o maior didelfimorfo da atualidade (Becker e Dalponte, 2013; Reis et al., 2014) e, conforme a classificação de Cerqueira (1985), na América do Sul engloba as espécies *D. albiventris*, *D. marsupialis* e *D. aurita* e na América Central e do Norte, a espécie *D. virginiana* (Mcmanus, 1974).

A espécie *Didelphis albiventris* é conhecida usualmente como gambá-de-orelha-branca, por possuir orelhas completamente brancas ou as pontas esbranquiçadas e sem pelos. Esta espécie não apresenta dimorfismo sexual, porém exibe padrões de desenvolvimento diferentes, por exemplo, com machos atingindo a maturidade antes que as fêmeas. O gambá-de-orelha-branca é um animal muito versátil, está presente em uma variedade de habitats, vive em florestas, bosques, montanhas e pode ser encontrado em ambientes urbanos. Tem-se registros de sua ocorrência em grande parte da América do Sul, exceto no Chile, Suriname e Guiana (Reis et al., 2014). Ao considerar os domínios em que ocorrem, eles são os seguintes: Atlântico Tropical, Cerrado, Caatinga, Chaco, Coxilhas, Pampa úmido, Monte, Andes Equatorial, Puna e Páramo (Cerqueira, 1985).

Quanto a espécie *Didelphis aurita*, ela é conhecida usualmente como gambá-de-orelha-preta por apresentar orelhas negras e ausente de pelos. É de hábito noturno e solitário; está presente em florestas, regiões cultivadas, áreas urbanas, em regiões de florestas tropicais úmidas de baixa altitude na costa Atlântica e em florestas contínuas submontana, como em planaltos de araucárias (Reis et al., 2014). No Brasil aparece em porções a leste, desde o estado de Alagoas até o norte do Rio Grande do Sul, e na região oeste até o Mato Grosso do Sul (Reis et al., 2014), e no estado de São Paulo demonstra-se claramente como uma forma de áreas florestadas (Cerqueira, 1985).

A variação na morfologia dos indivíduos diz respeito ao dimorfismo sexual, isto é, às diferenças encontradas entre machos e fêmeas quanto ao tamanho, forma do corpo e traços, o que é comumente notável entre os mamíferos. Em geral, os machos apresentam maior tamanho corporal que as fêmeas, porém o contrário também é mais comum do que se presume. A seleção sexual e, provavelmente, os padrões de crescimento diferenciados entre os gêneros são por parte responsáveis no processo final do dimorfismo sexual (Lammers et al., 2001; Ralls, 1976, 1977).

Os estudos craniométricos auxiliam na aferição da presença de dimorfismo sexual, variação geográfica e diferenciação entre espécies, ao menos considerando e contribuindo para os estudos morfológicos, que, se trabalhado conjuntamente a estudos moleculares, podem auxiliar na análise de filogenia e história dos grupos animais.

## **2. Objetivo**

O principal objetivo deste estudo é investigar diferenças morfométricas entre as espécies *D. albiventris* e *D. aurita* quanto ao sexo (dimorfismo sexual) e ao bioma (Cerrado e Mata Atlântica), visando auxiliar na classificação delas.

## **3. Descrição do estudo**

Foram analisados crânios de *Didelphis albiventris* e *Didelphis aurita* depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC), no Museu de História Natural de Taubaté (MHNT) e no Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN), que estivessem sexados (os indefinidos não foram considerados) e com ocorrência no estado de São Paulo, e seu respectivo município, para que fosse possível sua categorização quanto ao domínio fitogeográfico e morfoclimático predominante.

Apenas os indivíduos com idade adulta conforme a classificação de Tyndale-Biscoe e Mackenzie (1976) foram considerados, ou seja, os que se encontravam nas categorias 5, 6 e 7, que consideram a sequência de substituição pré-molar, a erupção do molar e o uso da cúspide.

As medidas cranianas (Figura 1) foram aferidas com um paquímetro de 0 a 300mm de precisão de  $\pm 0,03\text{mm}$ . Algumas características cranianas não puderam ser mensuradas devido a crânios com algumas partes danificadas, assim obtendo uma amostra menor (com dados faltantes) em alguns casos.

Para a categorização dos municípios em domínios foram utilizados como parâmetros classificatórios dados e mapas providos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004a, 2004b, 2015b).

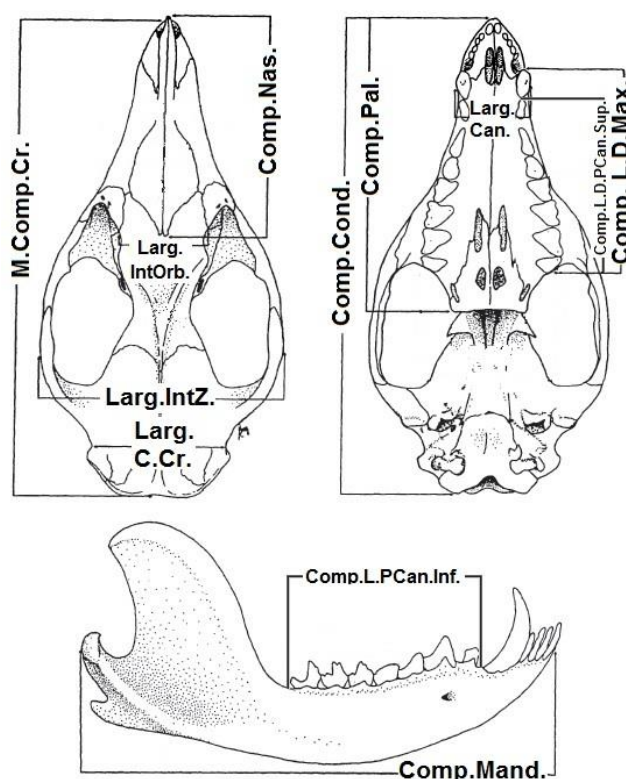


Figura 1 - Medidas cranianas utilizadas no estudo (Adaptado de Cerqueira e Lemos, 2000)

#### 4. Descrição das variáveis

Variáveis que caracterizam a amostra:

- Espécie: Dalbi (*Didelphis albiventris*) e Dauri (*Didelphis aurita*)
- Sexo: F (Fêmea) e M (Macho)
- Bioma: Cerrado (CE) e Mata Atlântica (MA)

Variáveis de medida craniana:

- Comp. L. D. Max. (CLDM) - Comprimento da linha dentária do maxilar (mm)
- Comp. L. PCan. Sup. (CLPCS) - Comprimento da linha pós canino superior (mm)
- M. Comp. Cr. (MCC) - Maior comprimento do crânio (mm)
- Larg. IntZ. (LIZ) - Largura interzigomática (mm)
- Larg. Can. (LC) - Largura entre caninos (mm)
- Comp. Pal. (CP) - Comprimento do palato (mm)
- Comp. Cond. (CCB) - Comprimento condilobasiliar (mm)
- Larg. C. Cr. (LCC) - Largura da caixa craniana (mm)
- Larg. IntOrb. (LIO) - Largura interorbital (mm)
- Comp. Nas. (CN) - Comprimento nasal (mm)
- Comp. Mand. (CM) - Comprimento da mandíbula (mm)
- Comp. L. PCan. Inf. (CLPCI) - Comprimento da linha pós canino inferior (mm)

#### 5. Análise descritiva

##### 5.1 Univariada

Na Tabela A.1, verifica-se que a espécie *D. albiventris*, com uma amostra de 92 exemplares (crânios), apresenta uma maior porcentagem de fêmeas (53%) quando comparada aos machos (47%), enquanto para *D. aurita*, com 131 exemplares, a proporção foi igual.

Considerando o bioma, observa-se que a espécie *D. albiventris* está mais presente no Cerrado (62%) e a espécie *D. aurita* está mais presente na Mata Atlântica (82%).

Com a separação por espécie, sexo e bioma, observa-se que o grupo composto pela espécie *D. aurita* fêmea do Cerrado apresenta o menor número de observações (9 amostras, 4%).

Na Tabela A.2, verifica-se 211 amostras com dados completos, ou seja, 12 amostras (5%) possuem pelo menos um dado faltante, sendo a medida do maior comprimento do crânio (M. Comp. Cr.) a que apresenta a maior quantidade destes (11 amostras). Ao todo são 31 valores incompletos, cerca de 1%, caso tivéssemos todos os 2.676 dados (223 exemplares x 12 variáveis).

Na Tabela A.3 apresentam-se medidas descritivas para cada uma das medidas cranianas separadas por espécie, sexo e bioma. Destaca-se que o coeficiente de variação do comprimento do palato (Comp. Pal.) dos *D. aurita* fêmeas do Cerrado (20%) é o maior entre todas as medidas cranianas, o que pode estar associado ao valor mínimo observado nesta medida e à baixa quantidade de amostras desse grupo, influenciando o desvio padrão. No comprimento da mandíbula (Comp. Mand.) destacam-se os valores mínimos dos grupos *D. albiventris* fêmeas do Cerrado e da Mata Atlântica (39,40mm e 36,31mm, respectivamente) por estarem muito afastados de suas médias (63,01mm e 67,02mm, respectivamente), o que também pode estar influenciando nos coeficientes de variação destes (11% e 14%, respectivamente).

Avaliando o comprimento da linha dentária do maxilar (Comp. L. D. Max.), vê-se diferença na distribuição entre as espécies (*D. aurita* apresenta os maiores valores). Dentre os *D. aurita*, os machos parecem ter valores maiores que as fêmeas; já para o bioma não parece haver diferenças (Figuras B.1 e B.2).

Para o comprimento da linha pós canino superior (Comp. L. PCan. Sup.) (Figuras B.3 e B.4), observa-se diferença entre as espécies, não parecendo haver diferença entre os sexos e os biomas.

Analisando o maior comprimento do crânio (M. Comp. Cr.), parece ocorrer diferença entre as espécies e entre os sexos sendo que os machos apresentam as maiores medidas, já entre os biomas não parece haver diferença. O grupo *D. albiventris* fêmea do Cerrado apresenta a menor média e o grupo *D. aurita* macho da Mata Atlântica apresenta a maior (Figuras B.5 e B.6).

Em relação à largura interzigomática (Larg. IntZ.) e à largura entre caninos (Larg. Can.), encontra-se um padrão entre alguns grupos, sendo as observações da espécie *D. albiventris* fêmea, de ambos os biomas, com as menores médias; as observações da espécie *D. aurita* macho, de ambos os biomas, com as maiores médias e o conjunto dos grupos *D. albiventris* macho e *D. aurita* fêmea, com médias intermediárias (Figuras B.7 a B.10). Destaca-se pelo gráfico de perfis de médias, que na largura interzigomática há uma intersecção dos intervalos (média  $\pm$  erro padrão) nos grupos *D. albiventris* macho e *D. aurita* macho, todos do Cerrado (Figura B.8), indicando semelhança entre eles. Já na largura entre caninos., essa intersecção ocorre entre os grupos *D. albiventris* fêmea da Mata Atlântica e o grupo *D. aurita* fêmea do Cerrado.

Observando o comprimento do palato (Comp. Pal.), tem-se indicativo de diferença entre as espécies, e similaridade aparente entre os sexos e biomas (Figuras B.11 e B.12). Nota-se que há uma amostra discrepante no *D. aurita* fêmea do Cerrado que aumenta o erro padrão do gráfico de perfis de média (Figura B.12). Esse valor foi conferido pelo pesquisador e verificou-se que não há erros na medição.

Para o comprimento condilobasilar (Comp. Cond.) (Figuras B.13 e B.14), nota-se diferença entre as espécies e entre os sexos e, ao avaliar o bioma, na espécie *D. albiventris* a mediana dos indivíduos da Mata Atlântica é maior que a do Cerrado.

Avaliando a largura da caixa craniana (Larg. C. Cr.), há uma leve diferença entre os sexos na *D. albiventris*, já no bioma não parece haver diferença (Figuras B.15 e B.16).

Analisando a largura interorbital (Larg. IntOrb.) e o comprimento nasal (Comp. Nas.) (Figuras B.17 a B.20), há indicativo de diferenças entre as espécies e em relação ao sexo, contudo, entre os biomas essa diferença não parece existir. Destaca-se o gráfico de perfis de médias com relação ao comprimento nasal (Figura B.20), no qual a diferença entre as espécies é mais evidente.

Relativamente ao comprimento da mandíbula (Comp. Mand.) (Figuras B.21 e B.22), observa-se que as amostras da espécie *D. albiventris* fêmea do Cerrado apresentam a menor média e as amostras da espécie *D. aurita* macho da Mata Atlântica apresentam a maior.

Por fim, no comprimento da linha pós canino inferior (Comp. L. PCan. Inf.) (Figuras B.23 e B.24), observa-se forte indício de diferença entre as espécies, não sendo observada diferença entre sexo e bioma.

## 5.2 Multivariada

No gráfico de coordenadas paralelas geral (Figura B.25), observa-se o comportamento das amostras sem dados faltantes, com os valores das variáveis normalizados. Nele, nota-se que o grupo *D. aurita* macho, de ambos os biomas, apresenta os maiores valores para todas as medidas cranianas, enquanto os *D. albiventris* fêmea do Cerrado apresentam os menores. Além disso, nota-se 3 valores discrepantes nos grupos *D. aurita* fêmea do Cerrado (na variável comprimento do palato), *D. albiventris* fêmea do Cerrado (na variável comprimento da mandíbula) e *D. albiventris* fêmea da Mata Atlântica (na variável comprimento da mandíbula). Na Figura B.26, são apresentadas as coordenadas paralelas para as médias dos 8 grupos, sendo possível observar que as médias dos grupos *D. aurita* macho são as maiores enquanto os grupos *D. albiventris* fêmea são as menores, ficando os outros grupos com valores intermediários. Este comportamento também é evidenciado no gráfico de radar das médias das medidas normalizadas (Figura B.27).

Pelo mapa de calor dos dados normalizados geral (Figura B.28) é possível observar que os menores valores das medidas cranianas estão mais relacionados à espécie *D. albiventris* (tons azuis e verdes), enquanto os maiores valores estão relacionados à *D. aurita* (tons laranja e vermelhos). Já no mapa de calor das médias (Figura B.29), tem-se essa separação entre as espécies mais evidenciada e, pelo dendrograma das variáveis, tem-se um grupo composto pelas medidas comprimento da linha pós canino superior, comprimento da linha pós canino inferior, comprimento da linha dentária do maxilar, comprimento nasal e comprimento do palato, as quais, na análise univariada, indicaram uma separação entre as espécies. Além disso, essas medidas cranianas estão mais relacionadas com a parte frontal do crânio dos animais avaliados.

Por fim, o gráfico das faces de Chernoff das médias das variáveis (Figura B.30) corrobora com as análises anteriores indicando diferenças entre os grupos, sendo o *D. albiventris* fêmea do Cerrado o que apresenta as menores médias e o *D. aurita* macho da Mata Atlântica as maiores.

Com base nos resultados dessas análises tem-se indícios de uma possível interação entre as espécies, sexo e bioma. As variáveis comprimento da linha dentária do maxilar (Comp. L. D. Max.), comprimento da linha pós-canino superior (Comp. L. PCan. Sup.), comprimento nasal (Comp. Nas.), comprimento da linha pós canino inferior (Comp. L. PCan. Inf.) e comprimento do palato (Comp. Pal.) parecem diferenciar melhor as espécies. Com relação ao sexo, em geral, machos apresentam medidas maiores que fêmeas e, sobre o bioma, amostras do Cerrado parecem menores que da Mata Atlântica. De maneira geral, alguns grupos apresentam padrões semelhantes; são eles *D. albiventris* fêmeas do Cerrado e da Mata Atlântica com menores medidas, *D. albiventris* machos e *D. aurita* fêmeas de ambos os biomas com medidas intermediárias e *D. aurita* machos do Cerrado e da Mata Atlântica com as maiores medidas.

## 6. Análises inferenciais

Nesta seção iremos seguir com o objetivo de analisar as variáveis espécie, sexo e bioma com relação às medidas cranianas. Para isto utilizamos a análise de variância multivariada (MANOVA), considerando o conjunto das 12 medidas cranianas como variável dependente, e espécie, sexo e bioma com suas interações como variáveis independentes. Além disso, para uma análise das medidas separadamente seguimos com uma análise de variância univariada (ANOVA). Após o estudo da significância estatística das variáveis independentes (e de suas interações), seguimos com o foco de encontrar classificadores considerando os resultados das análises anteriores. Para este objetivo, aplicamos uma análise discriminante linear (LDA), uma alternativa log-linear baseada na regressão multinomial bem como na regressão logística e, por fim, com o intuito de encontrar um modelo mais geral com, possivelmente, melhor classificação,



modelamos uma rede neural. Foi adotado o nível de significância  $\alpha = 0,05$  em todas as análises inferenciais.

Para os modelos de classificação, na validação foi adotado o método de partição da base de dados em uma amostra de treino e outra de teste com o objetivo de avaliar a capacidade preditiva dos modelos. O método consiste em usar a amostra de treino para estimar parâmetros do modelo (“aprender” o modelo) e a amostra de teste para aplicar o modelo “aprendido” e avaliar a acurácia, comparando a predição com a classificação real das amostras. Neste estudo utilizou-se 80% das amostras para o treino e 20% para o teste, considerando cada cenário avaliado, permitindo assim uma melhor comparação entre os resultados das diferentes metodologias adotadas.

Para detalhes de modelos MANOVA bem como da Análise Discriminante ver, por exemplo, Johnson e Wichern (1998) e, no caso dos modelos de regressão multinomial e logístico ver, por exemplo, Giolo (2017) e Paulino e Singer (2006). Sobre redes neurais, ver, por exemplo, Abadi et al. (2016).

## 6.1 Análise de Variância Multivariada (MANOVA)

A Análise de Variância Multivariada (MANOVA) considera todas as medidas cranianas em conjunto como variáveis dependentes e as variáveis espécie, sexo e bioma, e suas interações, como independentes, com o objetivo de investigar efeitos significantes destas últimas levando em conta o padrão de covariância entre as variáveis cranianas. Os testes envolvidos nesta análise têm como pressupostos a normalidade multivariada, a homocedasticidade multivariada bem como a independência entre as amostras. Os dois primeiros foram avaliados usando os testes de Shapiro-Wilk Multivariado (valor-p < 0,001) e o teste Box-M (valor-p < 0,001), sendo que no teste Box-M foi necessário retirar o grupo *D. aurita* fêmeas do Cerrado por possuir menos amostras que medidas cranianas. Em ambos os testes, as hipóteses nulas foram rejeitadas, isto é, os dados não satisfazem a normalidade multivariada e nem homoscedasticidade multivariada.

Assim, optou-se por utilizar um teste de MANOVA de bootstrap (teste de aleatorização) (Friedrich e Pauly, 2018), o qual não supõe normalidade e nem homoscedasticidade multivariada. O método está implementado no programa R, no pacote MANOVA.RM (Friedrich et al., 2020) sendo, na presente aplicação, usados como parâmetros 2.000 iterações e o método de reamostragem “Parametric Bootstrap Approach”. Os resultados estão apresentados na Tabela C.1, em que se detectou diferenças estatisticamente significativas apenas para os efeitos principais dos fatores espécie e sexo (em ambos, valor- $p < 0,001$ ).

## 6.2 Análise de Variância Univariada (ANOVA)

A técnica de Análise de Variância (ANOVA) univariada (Kutner et al., 2005) foi utilizada para cada uma das medidas observadas. Assim, considerou-se cada medida craniana como variável dependente e espécie, sexo, bioma e suas interações como variáveis independentes, com o objetivo de estudar a significância do efeito destes fatores em cada uma das variáveis cranianas. Os pressupostos da ANOVA são a normalidade, homocedasticidade e independência das observações, os quais foram satisfeitos para as variáveis analisadas.

Na Tabela C.2, observa-se que o comprimento da linha dentária do maxilar apresentou, além dos efeitos principais de espécie, sexo e bioma, uma interação estatisticamente significativa entre espécie e sexo (valor- $p = 0,045$ ), e pelo gráfico de interação verifica-se que a distância entre as medidas esperadas dos machos e fêmeas na espécie *D. albiventris* é menor que para a espécie *D. aurita* (Figura D.1). Na análise das variáveis maior comprimento do crânio, comprimento do palato, comprimento condilobasilar, comprimento nasal e comprimento da mandíbula foi encontrado efeito (principal) estatisticamente significativo de espécie, sexo e bioma, já para as variáveis largura interzigomática, largura entre caninos, largura da caixa craniana e comprimento da linha pós canino inferior apenas espécie e sexo mostraram efeitos estatisticamente significativos. Por fim, para a variável comprimento da linha pós canino superior

observou-se apenas os efeitos principais de espécie e bioma. Nessas análises individuais para cada variável foi adotando o nível de 5%, como citado anteriormente, e não foi considerada correção para comparações múltiplas. Ressaltamos, contudo, que esse ajuste na análise de significância (para as 12 variáveis) foi realizado pela análise de MANOVA.

Apesar dos gráficos de perfis de médias, apresentados na análise descritiva, sugerir que as variáveis largura interzigomática e largura entre caninos (Figuras B.8 e B.10) poderiam ter aparente padrão de interações entre grupos relacionados a espécie, sexo e bioma, isto não é confirmado inferencialmente com os resultados da ANOVA.

### 6.3 Análise Discriminante Linear (LDA)

Foram construídos 6 modelos usando a técnica de Análise Discriminante Linear (Johnson e Wichern, 1998), começando com o agrupamento de espécie, sexo e bioma, ou seja, 8 grupos. Em seguida, a discriminação dos grupos considerou apenas o cruzamento de 2 fatores, espécie e bioma, e espécie e sexo, o que gerou, em cada caso, a formação de 4 grupos. Por fim, a análise considerou apenas 1 fator, espécie, sexo e bioma separadamente, o que gerou, em cada caso, a formação de 2 grupos.

Na análise com espécie, sexo e bioma, observa-se que as variáveis que apresentaram maiores pesos discriminantes, principalmente nas duas primeiras funções discriminantes, foram o comprimento da linha pós canino inferior, comprimento da linha dentária do maxilar, comprimento da linha pós canino superior, largura interzigomática e largura entre caninos (Tabela C.3). Observando o gráfico dos escores das duas primeiras funções discriminantes, verifica-se que a primeira função está mais ligada à separação das espécies em *D. albiventris*, com valores negativos, e *D. aurita*, com valores positivos; já a segunda função discriminante está mais relacionada à separação do sexo, sendo os machos com valores positivos e as fêmeas com valores negativos (Figura D.2). Pela matriz de confusão utilizando os dados de teste, o modelo apresenta uma acurácia de 67%, com maior acerto nos grupos *D. aurita* fêmea da Mata Atlântica (100%) e *D. aurita* macho da Mata Atlântica (90%), sendo que os grupos *D.*

*aurita* fêmea do Cerrado e *D. aurita* macho da Mata Atlântica não apresentam nenhuma observação predita corretamente (Tabela C.4).

Para os fatores espécie e bioma, as variáveis que apresentaram os maiores pesos nas primeiras funções discriminantes (Tabela C.5) foram o comprimento da linha pós canino inferior, o comprimento da linha dentária do maxilar, o comprimento da linha pós canino superior, o maior comprimento do crânio, a largura interorbital, a largura entre caninos e o comprimento condilobasilar. Pelo gráfico (Figura D.3), observa-se que a primeira função discrimina principalmente as espécies, com *D. albiventris* relacionada aos valores negativos e *D. aurita* aos valores positivos. Através da segunda função discriminante observa-se uma separação de bioma, porém menos evidente, com o Cerrado ligado aos valores negativos e a Mata Atlântica aos positivos. Obteve-se uma acurácia de 81% com os dados de teste e, pela matriz de confusão, os grupos *D. albiventris* do Cerrado (80%) e *D. aurita* da Mata Atlântica (100%) apresentaram maiores porcentagens de acerto (Tabela C.6).

Considerando os fatores espécie e sexo, as variáveis que apresentaram maior peso discriminativo nas duas primeiras funções discriminantes foram o comprimento da linha pós canino inferior, o comprimento da linha dentária do maxilar, o comprimento da linha pós canino superior e a largura entre caninos (Tabela C.7). Pelo gráfico (Figura D.4), observa-se que a primeira função continua discriminando a espécie com *D. albiventris* nos valores negativos e *D. aurita* nos valores positivos; com a segunda função há uma separação de sexo, com os machos nos valores negativos e as fêmeas nos valores positivos. Na matriz de confusão dos dados de teste, obteve-se uma acurácia de 86% com destaque nas porcentagens de acerto dos grupos *D. albiventris* fêmea (100%) e *D. aurita* fêmea (92%) (Tabela C.8).

Quanto à análise discriminante visando classificar as espécies, observa-se que valores positivos da função discriminante linear estão relacionados ao *D. aurita* enquanto os negativos relacionam-se aos *D. albiventris* (Figura D.5). Vê-se que as cargas positivas mais altas relacionam-se a medidas da parte frontal do crânio, algo já sugerido nas análises descritivas (Tabela C.9). Obteve-se uma acurácia de 100% nesta classificação (Tabela C.10).

Para o uso do fator sexo na formação dos grupos, as variáveis comprimento da linha dentária do maxilar, largura entre caninos e comprimento da linha pós canino superior apresentaram maiores pesos na função discriminante (Tabela C.11), e verifica-se que as fêmeas apresentam valores negativos e os machos valores positivos (Figura D.6). Pelos dados de teste, encontrou-se uma acurácia de 84% (Tabela C.12).

Considerando apenas o fator bioma na formação dos grupos, obteve-se uma acurácia de 69% nos dados de teste, com maior acerto na Mata Atlântica (Tabela C.14), em particular, com valores positivos e o Cerrado com valores negativos na função discriminante (Figura D.7). As variáveis que apresentaram maior peso foram comprimento da linha pós canino superior, largura interorbital e comprimento da linha dentária do maxilar (Tabela C.13).

Por fim, destaca-se a presença das variáveis comprimento da linha pós canino superior, comprimento da linha pós canino inferior e comprimento da linha dentária do maxilar com altos pesos discriminantes nas primeiras funções discriminantes em muitos dos modelos analisados, principalmente o comprimento da linha pós canino superior presente em todos os modelos com alto peso. E as medidas comprimento da linha dentária do maxilar, largura entre caninos, comprimento da linha pós canino superior, comprimento da linha pós canino inferior e largura da caixa craniana apresentaram importância significativa nas ANOVAs e alto peso discriminante nos modelos de espécie e sexo (comprimento da linha dentária do maxilar), de espécie (comprimento da linha pós canino superior, comprimento da linha pós canino inferior e largura da caixa craniana), de sexo (largura entre caninos e comprimento da linha dentária do maxilar) e de bioma (comprimento da linha dentária do maxilar e comprimento da linha pós canino superior).

## **6.4 Regressão Multinomial e Regressão Logística**

Os modelos de Regressão Linear Generalizada (Giolo, 2017; Paulino e Singer, 2006) foram construídos a fim de avaliar quais medidas cranianas poderiam estar mais relacionadas à classificação dos animais relativamente às características estudadas,

espécie, sexo e bioma. Foram construídos modelos de regressão multinomial para a situação em que se queria caracterizar mais de 2 grupos e modelos de regressão logística quando se queria caracterizar apenas 2 grupos. Em ambos os casos as 12 medidas cranianas foram as variáveis explicativas no ajuste do modelo completo. Partindo do modelo completo, foram construídos modelos reduzidos, os quais consideraram apenas as medidas cranianas estatisticamente significativas (valor- $p < 0.05$ ), sendo que cada medida craniana foi retirada uma de cada vez, sempre retirando a de maior valor- $p$  (Método de Wald). Por fim, no caso das regressões logísticas, definiu-se o limiar de decisão através de análise da curva ROC, tomando o valor ótimo indicado pelo método de Youden, usando a função coords do pacote pROC (Robin et al. 2011) do programa R.

Os resultados da regressão multinomial dos modelos completos, isto é, considerando todas as medidas cranianas, na amostra de teste foram: para os 8 grupos formados da combinação de espécie, sexo e bioma, 59% de acurácia (Tabelas C.15 e C.16); para os 4 grupos formados da combinação de espécie e bioma a acurácia foi de 81% (Tabelas C.17 e C.18); e para os 4 grupos da combinação de espécie e sexo obteve-se 84% de acurácia (Tabelas C.19 e C.20).

Os resultados da regressão logística dos modelos completos foram: apenas para espécie apresentou 95% de acurácia (Tabelas C.21 e C.22); considerando apenas o fator sexo obteve-se acurácia de 79% (Tabelas C.23 e C.24), e considerando apenas o bioma, a acurácia foi de 69% (Tabelas C.25 e C.26).

Comparando-se esses resultados de acurácia com os da análise discriminante, que também utilizou todas as medidas cranianas, observa-se que eles foram, em geral, piores que o da metodologia anterior, à exceção da classificação apenas do bioma.

Ajustes adicionais dos modelos de regressão multinomial e logístico foram realizados considerando os modelos reduzidos, isto é, considerando apenas as medidas cranianas que apresentaram significância estatística (valor- $p$  menor que 0,05). Assim, temos que para a predição de espécie, sexo e bioma todas as medidas cranianas foram selecionadas, a menos do maior comprimento do crânio e do comprimento nasal (ver Tabela C.27), e este modelo reduzido gerou uma acurácia na amostra de teste de 60% (Tabela C.28 e Figura D.8). Para espécie e bioma, as

medidas estatisticamente significativas foram a largura da caixa craniana, o comprimento da linha pós canino inferior, o comprimento do palato e o comprimento da mandíbula, sendo a acurácia de 76% (Tabelas C.29 e C.30 e Figura D.9). Para espécie e sexo, foram estatisticamente significativas a largura da caixa craniana, o comprimento da linha pós canino inferior, o comprimento da linha dentária do maxilar, o comprimento condilobasilar, o comprimento da linha pós canino superior e a largura interzigomática, obtendo-se uma acurácia de 81% neste caso (Tabelas C.31 e C.32 e Figura D.10).

Considerando espécie, a largura da caixa craniana e o comprimento da linha pós canino inferior foram as variáveis significantes, sendo que ambas apresentaram coeficientes positivos (Tabela C.33), indicando que quanto maior essas medidas, maior a probabilidade de a amostra ser da espécie *D. aurita* e o modelo apresentou 100% de acurácia (Tabela C.34). Lembramos que na análise descritiva o comprimento da linha pós canino inferior apresentou uma boa separação entre as espécies, enquanto para a largura da caixa craniana essa separação não foi tão visível.

Para o fator sexo, o comprimento da linha dentária do maxilar, a largura interzigomática, o comprimento da linha pós canino superior e o comprimento nasal foram estatisticamente significativos, com os dois primeiros apresentando coeficientes positivos (quanto maior, maior a probabilidade de ser macho) e os dois últimos com coeficientes negativos (Tabela C.35), e a acurácia do modelo foi de 77% (Tabela C.36). Nas análises descritivas, o comprimento da linha dentária do maxilar, o comprimento da linha pós canino superior e o comprimento nasal apresentaram boa diferenciação entre as espécies, já a contribuição da variável largura interzigomática se mostrou menos evidente para a separação dos sexos.

Para o bioma, o comprimento da linha pós canino superior, o maior comprimento do crânio e a largura interorbital se mostraram estatisticamente significativas, sendo que os dois primeiros apresentaram coeficientes positivos (quanto maior, maior a probabilidade de ser da Mata Atlântica) enquanto o último negativo (Tabela C.37), com acurácia de 67% (Tabela C.38). De acordo com a análise descritiva realizada, o comprimento da linha pós canino superior parecia diferenciar melhor as espécies, o maior comprimento do crânio dos animais da Mata Atlântica foi em geral maior, e a

largura interorbital, em geral, apresentou maiores valores médios para os animais do Cerrado.

## 6.5 Redes Neurais

Foram construídos modelos de redes neurais usando a plataforma Tensorflow (Abadi et al., 2016) implementado no pacote keras (Allaire e Chollet, 2020) do programa R, utilizando uma camada oculta com 12 nós e uma segunda camada com o número de classes a serem preditas em cada cenário. Esses modelos geram diversas combinações das variáveis cranianas através de técnicas computacionais de aprendizado, para tentar prever a classe a que pertence cada amostra. Essa técnica foi aplicada a fim de avaliar o desempenho dela em relação aos demais classificadores avaliados anteriormente.

Considerando os resultados na amostra de teste, para a combinação de espécie, sexo e bioma obteve-se uma acurácia de 57% (Tabela C.39 e Figura D.8); para espécie e bioma a acurácia foi de 76% (Tabela C.40 e Figura D.9), para espécie e sexo a acurácia foi de 81% (Tabela C.41 e Figura D.10); apenas para espécie a acurácia foi de 100% (Tabela C.42 e Figura D.11); apenas para sexo a acurácia foi de 77% (Tabela C.43 e Figura D.12) e apenas para bioma foi de 67% (Tabela C.44 e Figura D.13).

Deste modo, os resultados das redes neurais, em geral, foram piores que os obtidos pela análise discriminante (Tabela C.45), indicando que a predição dos grupos deste estudo foi melhor via a solução linear.

## 7 Conclusões

Considerando todas as medidas cranianas conjuntamente, via a MANOVA, observou-se diferenças estatisticamente significativas para espécie e sexo. Já através de análises univariadas, todas as medidas cranianas avaliadas apresentaram diferenças estatisticamente significantes em relação a espécie; considerando o sexo, à exceção do comprimento da linha pós canino superior, todas as medidas também



apresentaram diferenças estatisticamente significativas deste fator; finalmente, considerando o efeito do bioma, as medidas de comprimento da linha dentária do maxilar, maior comprimento do crânio, comprimento condilobasilar, comprimento nasal, comprimento da mandíbula e comprimento do palato apresentaram diferenças estatisticamente significativas deste fator. A única medida craniana que apresentou efeito de interação significativa foi o comprimento da linha dentária do maxilar, sendo uma interação entre espécie e sexo.

Avaliando os resultados dos classificadores, destacam-se os resultados obtidos pelas análises discriminantes, em especial o resultado para a predição dos grupos formados pela combinação de espécie, sexo e bioma, com 67% de acurácia na amostra de teste, o melhor resultado dentre as técnicas avaliadas neste estudo, recomendando-se assim o uso desta técnica caso se disponha de todas as medidas cranianas de um animal a ser predito a qual grupo pertence. Já para o caso de não se ter todas as medidas cranianas, sugere-se o uso dos modelos ajustados de regressão multinomial e de regressão logística reduzidos, que apresentaram bons resultados, destacando-se os casos de predição que não envolvem o bioma.

# **APÊNDICE A: Tabelas das análises descritivas**

**Tabela A.1** Distribuição da frequência por espécie, sexo e bioma.

Espécie	Sexo	Bioma	Frequência (%)
Dalbi	F	CE	31 (14%)
		MA	18 (8%)
	M	CE	26 (12%)
		MA	17 (8%)
Dauri	F	CE	9 (4%)
		MA	57 (26%)
	M	CE	14 (6%)
		MA	51 (23%)
Total			223 (100%)

**Tabela A.2** Distribuição dos dados faltantes, por medida craniana.

<b>Medida craniana</b>	<b>Válidos</b>	<b>Faltantes</b>	<b>Total</b>
<b>Comp. L. D. Max.</b>	222 (99,6%)	1 (0,4%)	223 (100%)
<b>Comp. L. PCan. Sup.</b>	222 (99,6%)	1 (0,4%)	223 (100%)
<b>M. Comp. Cr.</b>	212 (95,1%)	11 (4,9%)	223 (100%)
<b>Larg. IntZ.</b>	221 (99,1%)	2 (0,9%)	223 (100%)
<b>Larg. Can.</b>	222 (99,6%)	1 (0,4%)	223 (100%)
<b>Comp. Pal.</b>	221 (99,1%)	2 (0,9%)	223 (100%)
<b>Comp. Cond.</b>	217 (97,3%)	6 (2,7%)	223 (100%)
<b>Larg. C. Cr.</b>	217 (97,3%)	6 (2,7%)	223 (100%)
<b>Larg. IntOrb.</b>	222 (99,6%)	1 (0,4%)	223 (100%)
<b>Comp. Nas.</b>	223 (100%)	0 (0%)	223 (100%)
<b>Comp. Mand.</b>	223 (100%)	0 (0%)	223 (100%)
<b>Comp. L. PCan. Inf.</b>	223 (100%)	0 (0%)	223 (100%)

**Tabela A.3** Medidas descritivas das variáveis cranianas, por espécie, sexo e bioma.

Variável	Espécie	Sexo	Bioma	N	Média	Desv. Pad.	Coef. Var.	Mín.	1o Quartil	Mediana	3o Quartil	Máx.
<b>Comprimento da linha dentária do maxilar</b>	Dalbi	F	CE	31	32,95	1,74	5%	30,13	32,19	32,83	33,72	39,50
			MA	18	33,84	2,68	8%	30,71	32,45	33,05	34,20	41,47
		M	CE	26	33,92	1,31	4%	31,63	33,11	33,99	34,55	36,94
			MA	17	33,98	2,13	6%	30,90	32,40	33,65	35,05	39,10
	Dauri	F	CE	9	39,29	1,55	4%	37,03	38,76	38,83	39,95	42,46
			MA	57	40,16	1,34	3%	36,48	39,53	40,27	40,84	42,82
		M	CE	14	41,17	2,36	6%	34,46	40,42	41,12	42,93	43,48
			MA	51	41,67	1,29	3%	38,39	41,00	41,90	42,37	43,92
<b>Comprimento da linha pós canino superior</b>	Dalbi	F	CE	31	28,24	1,47	5%	25,76	27,37	28,22	28,90	34,13
			MA	18	28,96	2,38	8%	26,64	27,75	28,08	29,82	35,88
		M	CE	26	28,12	1,13	4%	25,95	27,27	28,22	28,94	30,09
			MA	17	28,27	1,56	6%	26,24	27,44	27,59	28,90	32,64
	Dauri	F	CE	9	34,33	1,28	4%	32,29	33,68	34,17	34,71	36,89
			MA	57	34,69	1,26	4%	30,99	33,95	34,62	35,51	37,60
		M	CE	14	34,04	2,14	6%	28,20	33,37	34,24	35,01	36,97
			MA	51	34,84	0,99	3%	32,89	34,01	34,93	35,54	36,71
<b>Maior comprimento do crânio</b>	Dalbi	F	CE	31	81,89	5,77	7%	72,39	77,21	80,33	86,42	93,51
			MA	18	86,52	7,72	9%	78,42	81,69	83,22	91,49	103,34
		M	CE	26	89,33	7,14	8%	76,59	83,90	88,35	92,26	108,53
			MA	17	90,35	8,37	9%	78,31	83,48	89,86	96,96	103,35
	Dauri	F	CE	9	94,03	4,94	5%	87,02	90,55	94,85	98,16	99,07
			MA	57	95,18	5,42	6%	85,79	91,07	94,79	99,22	112,22
		M	CE	14	98,24	6,41	7%	86,61	94,05	98,93	102,87	109,01
			MA	51	101,29	7,71	8%	87,25	97,63	99,82	104,74	120,85

**Tabela A.4** Medidas descritivas das variáveis cranianas, por espécie, sexo e bioma (continuação).

Variável	Espécie	Sexo	Bioma	N	Média	Desv. Pad.	Coef. Var.	Mín.	1o Quartil	Mediana	3o Quartil	Máx.
<b>Largura interzigomática</b>	Dalbi	F	CE	31	42,65	2,94	7%	38,58	39,93	42,11	44,89	50,01
			MA	18	44,87	3,79	8%	39,98	42,02	44,46	46,00	52,61
		M	CE	26	50,21	5,41	11%	39,25	45,87	51,29	52,67	63,66
			MA	17	49,64	5,25	11%	42,28	43,64	50,31	54,40	57,02
	Dauri	F	CE	9	48,28	2,14	4%	45,50	46,92	48,03	48,91	52,43
			MA	57	48,47	2,90	6%	41,77	46,58	48,42	50,36	55,18
		M	CE	14	52,08	4,83	9%	43,27	49,18	52,47	54,27	60,26
			MA	51	54,25	5,15	9%	44,68	51,25	53,64	58,05	65,70
<b>Largura entre caninos</b>	Dalbi	F	CE	31	15,15	1,21	8%	13,43	14,21	14,72	15,91	17,86
			MA	18	15,87	1,20	8%	14,22	15,08	15,76	16,23	18,83
		M	CE	26	17,41	1,63	9%	15,06	16,12	17,27	18,34	21,10
			MA	17	17,06	1,83	11%	14,45	15,34	17,49	18,08	19,93
	Dauri	F	CE	9	16,44	1,11	7%	15,13	15,84	16,10	16,64	18,26
			MA	57	16,96	1,24	7%	14,85	16,05	16,82	17,67	21,85
		M	CE	14	18,62	1,40	8%	16,19	17,54	18,62	19,56	21,22
			MA	51	19,13	1,86	10%	14,83	18,02	18,83	20,02	22,83
<b>Comprimento do palato</b>	Dalbi	F	CE	31	48,51	3,10	6%	43,33	46,57	48,21	49,98	58,23
			MA	18	50,66	4,76	9%	46,21	47,55	48,79	52,16	62,81
		M	CE	26	51,29	3,15	6%	46,37	49,41	50,81	52,76	60,48
			MA	17	51,08	3,55	7%	45,87	48,39	50,08	52,73	56,69
	Dauri	F	CE	9	53,54	10,93	20%	25,26	53,77	56,17	59,00	60,97
			MA	57	58,10	2,96	5%	51,92	56,49	58,12	59,95	66,69
		M	CE	14	58,98	2,73	5%	55,25	56,52	59,09	60,32	63,51
			MA	51	60,27	4,09	7%	51,70	58,48	59,67	62,33	77,07

**Tabela A.5** Medidas descritivas das variáveis cranianas, por espécie, sexo e bioma (continuação).

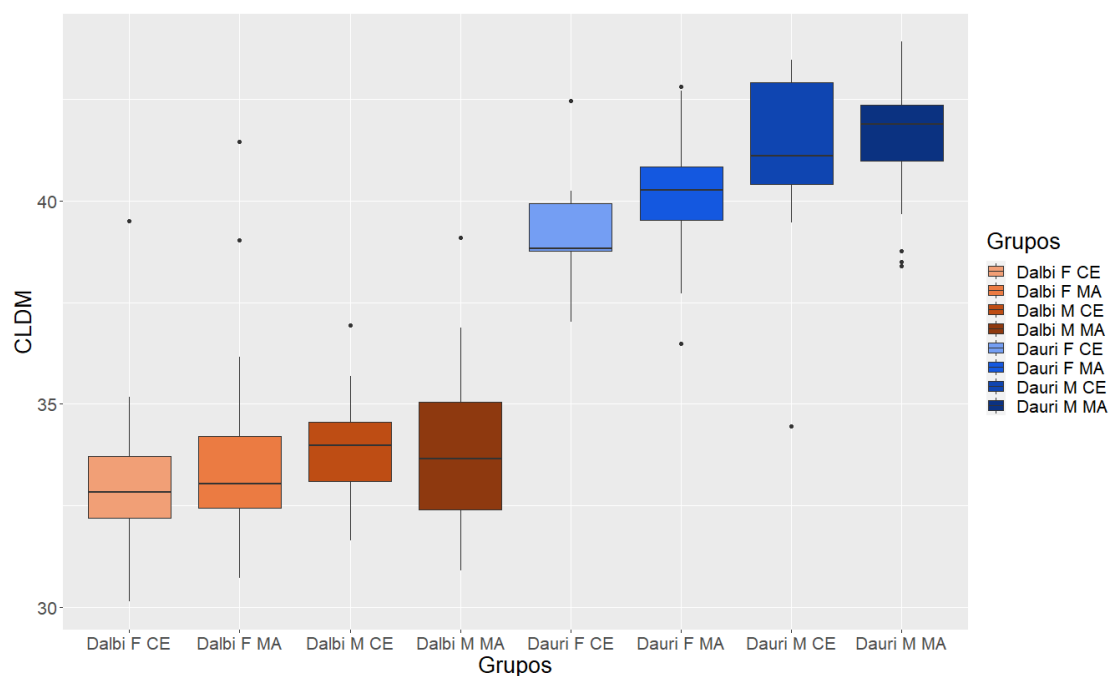
Variável	Espécie	Sexo	Bioma	N	Média	Desv. Pad.	Coef. Var.	Mín.	1o Quartil	Mediana	3o Quartil	Máx.
<b>Comprimento condilobasilar</b>	Dalbi	F	CE	31	80,29	5,33	7%	72,12	76,68	78,09	84,35	92,49
			MA	18	85,39	6,91	8%	77,62	81,04	82,68	89,73	100,95
		M	CE	26	87,45	6,17	7%	75,75	83,44	85,88	90,47	103,72
			MA	17	88,43	7,21	8%	77,14	82,28	89,54	94,23	99,35
	Dauri	F	CE	9	91,80	4,17	5%	85,88	89,03	91,11	94,96	98,00
			MA	57	93,12	4,75	5%	84,03	90,17	92,56	96,11	108,08
		M	CE	14	95,51	6,24	7%	82,72	91,04	96,61	99,83	105,03
			MA	51	97,85	8,23	8%	64,44	95,39	96,81	101,94	116,48
<b>Largura da caixa craniana</b>	Dalbi	F	CE	31	21,12	1,98	9%	17,16	20,22	20,68	22,63	24,58
			MA	18	22,23	2,79	13%	18,25	20,80	22,49	23,40	29,70
		M	CE	26	22,17	1,55	7%	19,49	21,13	22,09	23,00	25,91
			MA	17	23,23	2,05	9%	19,52	21,96	23,16	24,48	26,53
	Dauri	F	CE	9	23,26	1,83	8%	20,07	22,21	23,10	24,95	25,41
			MA	57	23,53	1,48	6%	18,43	22,90	23,55	24,53	26,22
		M	CE	14	24,37	1,68	7%	21,44	23,41	24,41	25,00	28,46
			MA	51	24,05	1,81	8%	19,39	23,09	23,89	24,95	28,49
<b>Largura interorbital</b>	Dalbi	F	CE	31	16,13	1,12	7%	14,30	15,13	16,18	16,89	18,27
			MA	18	16,94	1,97	12%	14,58	15,60	16,51	17,88	21,60
		M	CE	26	18,27	2,00	11%	15,46	16,89	17,68	19,61	22,86
			MA	17	18,13	2,60	14%	13,59	15,94	18,18	20,37	22,24
	Dauri	F	CE	9	19,69	0,89	5%	18,50	19,00	19,75	20,28	20,88
			MA	57	18,80	1,22	6%	16,11	17,93	18,67	19,38	21,88
		M	CE	14	20,92	1,67	8%	17,68	19,69	21,01	22,40	23,29
			MA	51	20,74	2,25	11%	16,80	19,12	20,36	22,14	25,81

**Tabela A.6** Medidas descritivas das variáveis cranianas, por espécie, sexo e bioma (continuação).

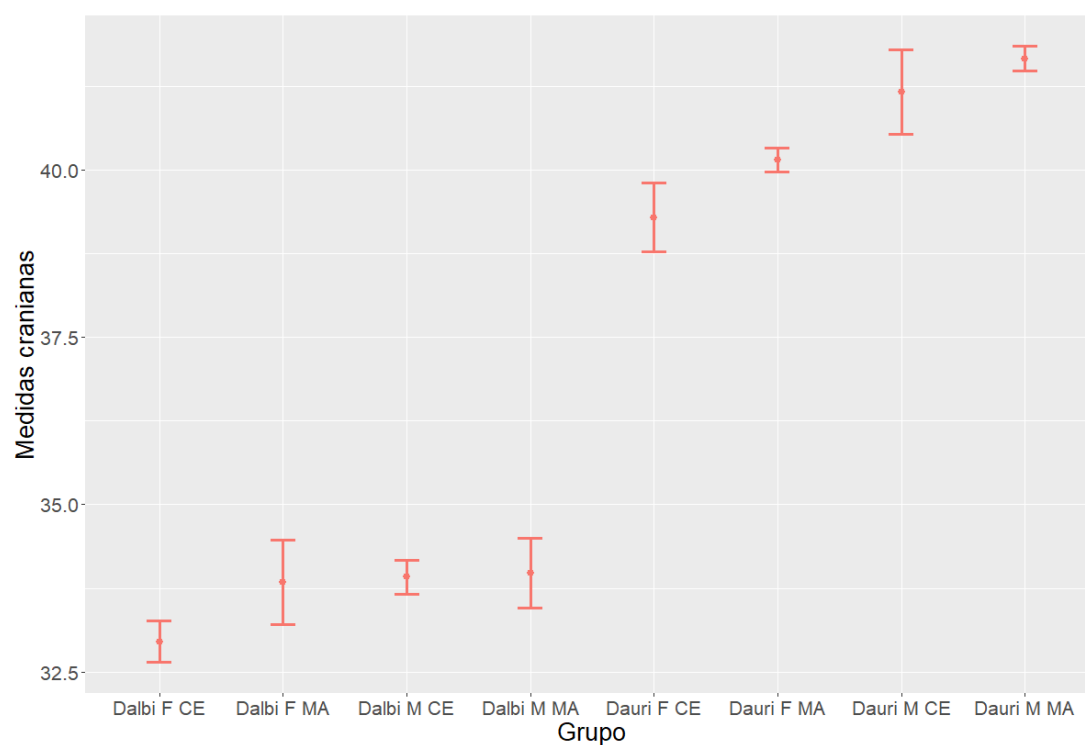
Variável	Espécie	Sexo	Bioma	N	Média	Desv. Pad.	Coef. Var.	Mín.	1o Quartil	Mediana	3o Quartil	Máx.
<b>Comprimento nasal</b>	Dalbi	F	CE	31	36,69	3,38	9%	31,81	34,71	36,05	38,54	46,11
			MA	18	39,73	4,11	10%	34,65	36,76	38,49	41,76	50,45
		M	CE	26	39,97	3,17	8%	31,66	38,01	39,70	42,36	47,32
			MA	17	39,57	4,60	12%	30,86	36,47	38,55	44,00	45,60
	Dauri	F	CE	9	45,10	2,58	6%	41,26	42,89	45,87	46,80	48,86
			MA	57	46,05	3,17	7%	40,31	43,87	46,06	48,20	56,81
		M	CE	14	47,81	3,18	7%	42,11	45,85	48,59	49,53	53,94
			MA	51	49,17	4,09	8%	40,97	46,66	48,70	51,10	58,39
<b>Comprimento da mandíbula</b>	Dalbi	F	CE	31	63,01	6,63	11%	39,40	60,17	62,43	66,01	74,54
			MA	18	67,02	9,58	14%	36,31	64,84	66,45	72,06	81,58
		M	CE	26	69,18	5,44	8%	60,44	64,83	68,93	71,72	81,39
			MA	17	70,97	6,38	9%	60,22	66,81	71,50	75,77	81,02
	Dauri	F	CE	9	73,51	4,09	6%	68,37	70,89	71,57	76,17	79,73
			MA	57	74,68	4,11	6%	66,41	71,72	74,26	77,31	86,74
		M	CE	14	77,56	4,76	6%	68,47	75,35	76,30	80,41	87,31
			MA	51	79,07	6,50	8%	69,06	75,02	77,84	82,38	95,00
<b>Comprimento da linha pós canino inferior</b>	Dalbi	F	CE	31	30,44	1,49	5%	27,98	29,43	30,31	31,53	35,04
			MA	18	30,69	2,16	7%	28,56	29,30	30,29	31,01	37,94
		M	CE	26	30,62	1,30	4%	28,34	29,93	30,57	31,29	34,53
			MA	17	31,09	1,61	5%	27,83	30,35	30,84	32,01	34,46
	Dauri	F	CE	9	36,09	1,02	3%	34,53	35,14	36,17	37,00	37,18
			MA	57	36,72	1,20	3%	34,22	35,99	36,96	37,45	39,35
		M	CE	14	37,00	1,89	5%	31,59	36,26	37,47	37,97	39,37
			MA	51	37,34	1,03	3%	35,28	36,61	37,41	37,97	40,45

# **APÊNDICE B: Figuras das análises descritivas**

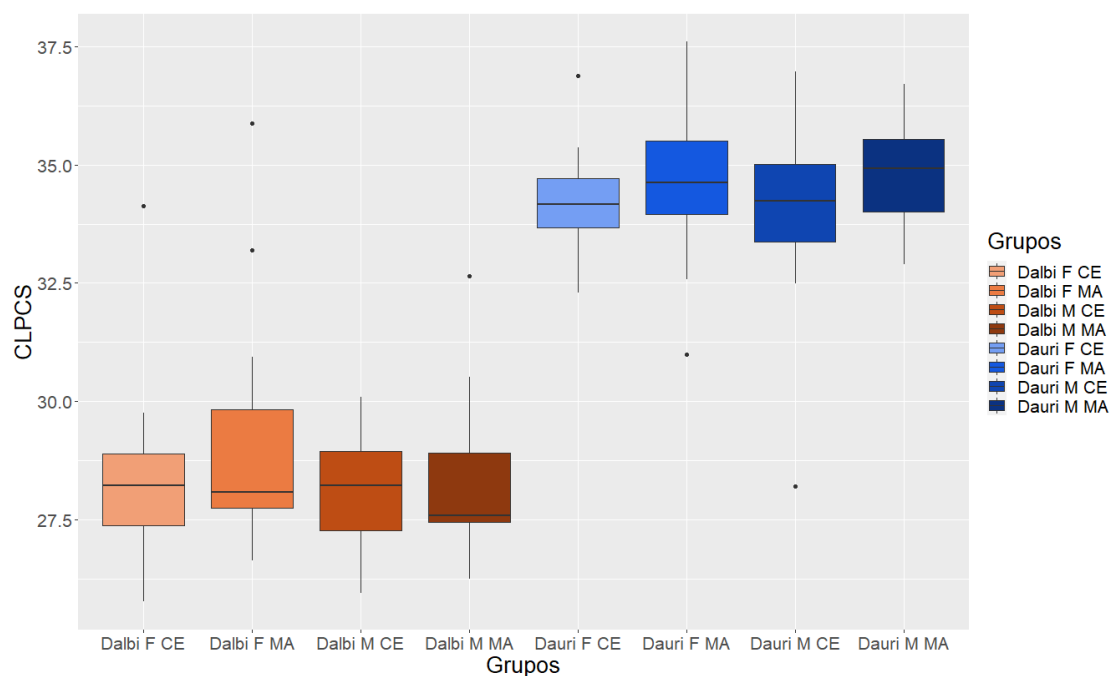




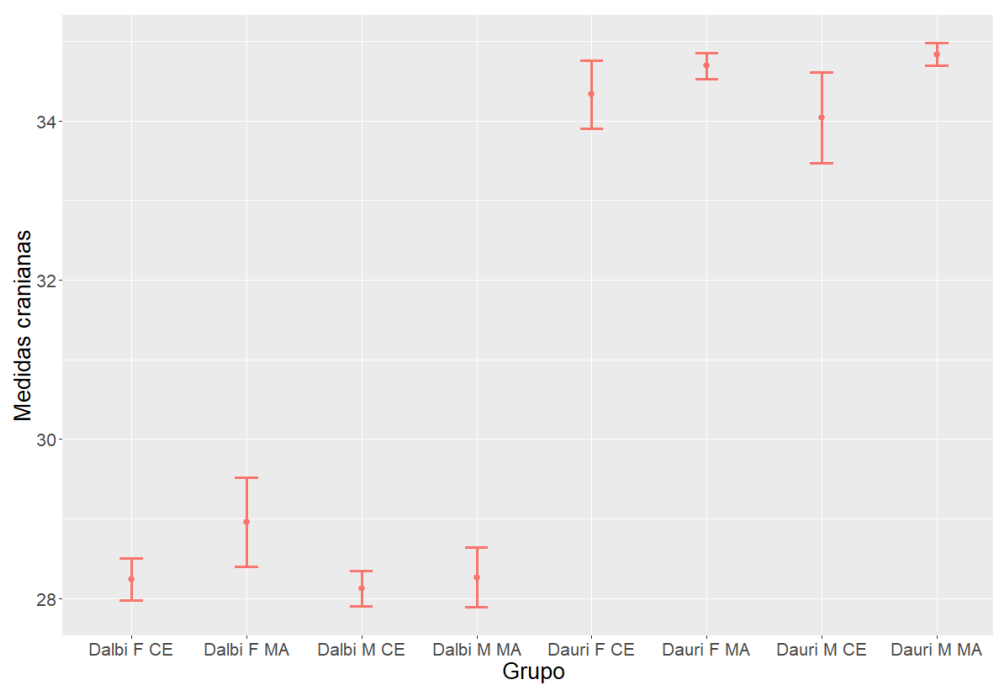
**Figura B.1** Box-plots do comprimento da linha dentária do maxilar, por espécie, sexo e bioma.



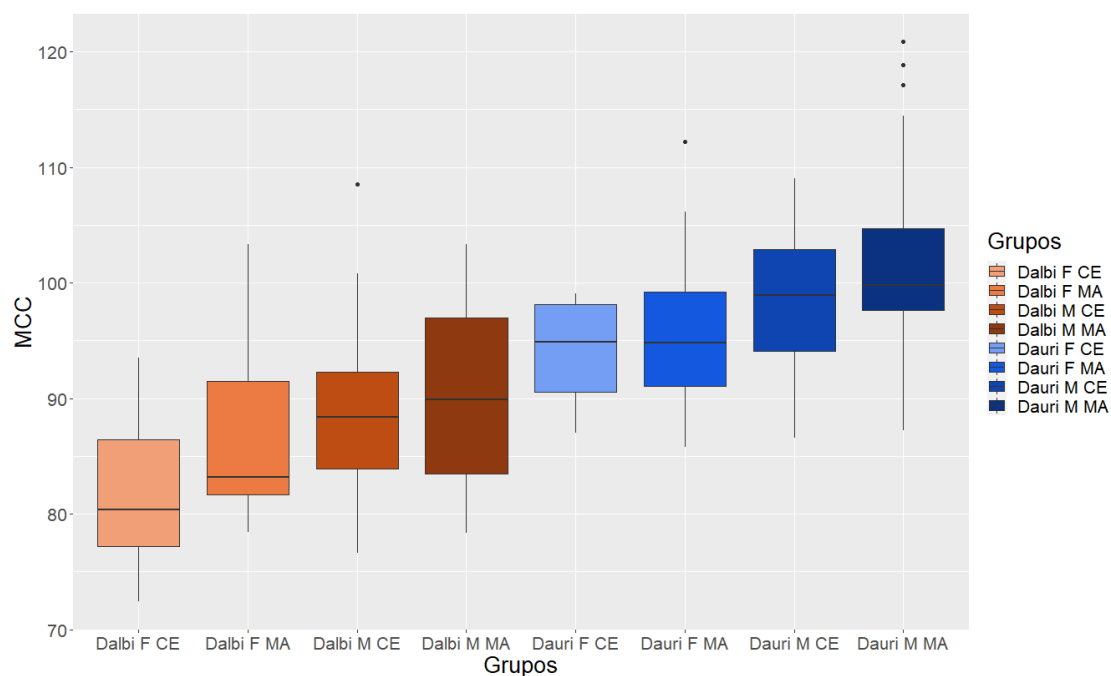
**Figura B.2** Perfis de média com erro padrão do comprimento da linha dentária do maxilar, por espécie, sexo e bioma.



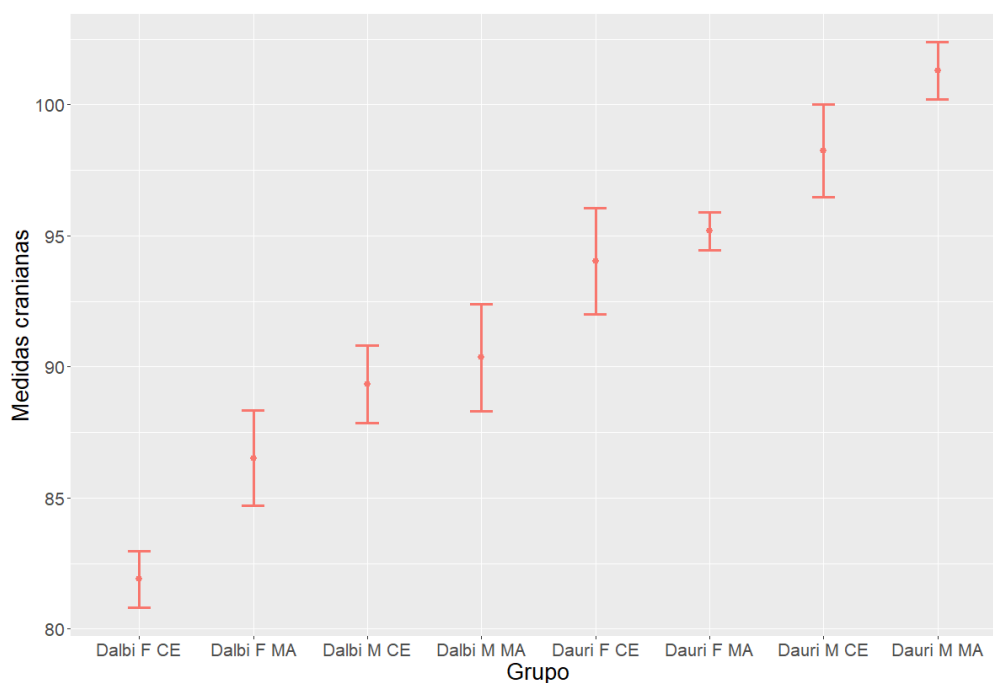
**Figura B.3** Box-plots do comprimento da linha pós canino superior, por espécie, sexo e bioma.



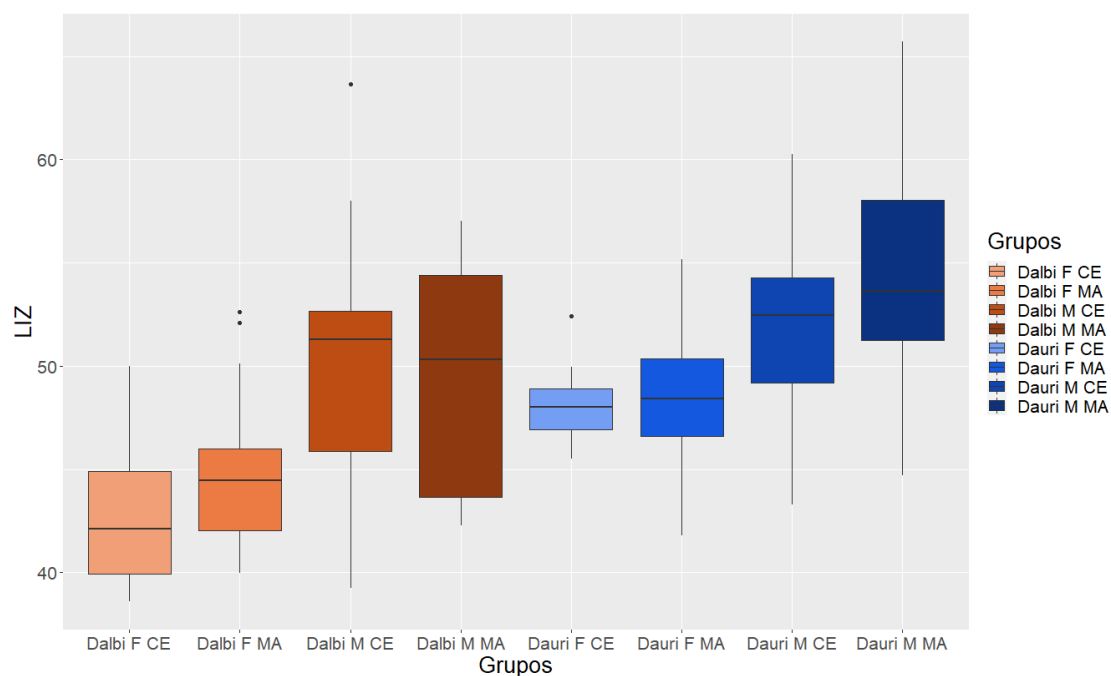
**Figura B.4** Perfis de média com erro padrão do comprimento da linha pós canino superior, por espécie, sexo e bioma.



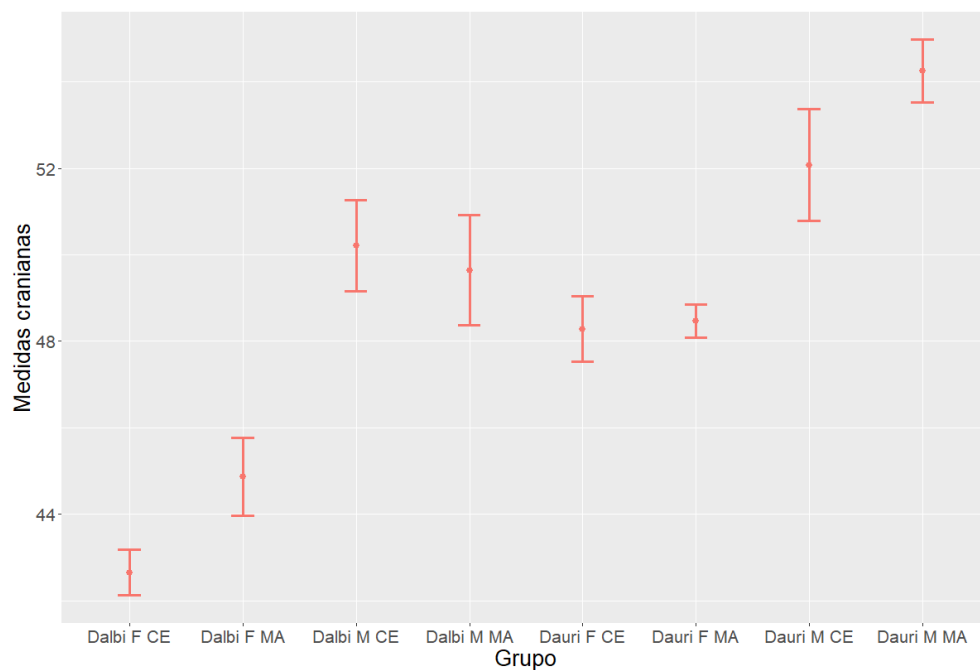
**Figura B.5** Box-plots do maior comprimento do crânio, por espécie, sexo e bioma.



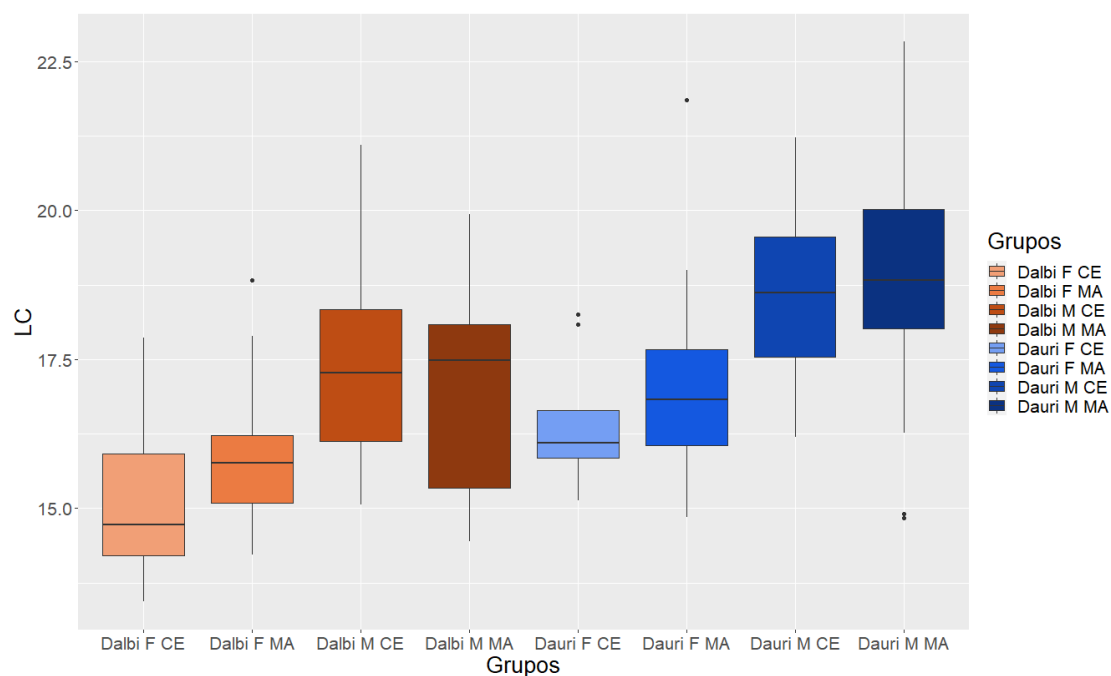
**Figura B.6** Perfis de média com erro padrão do maior comprimento do crânio, por espécie, sexo e bioma.



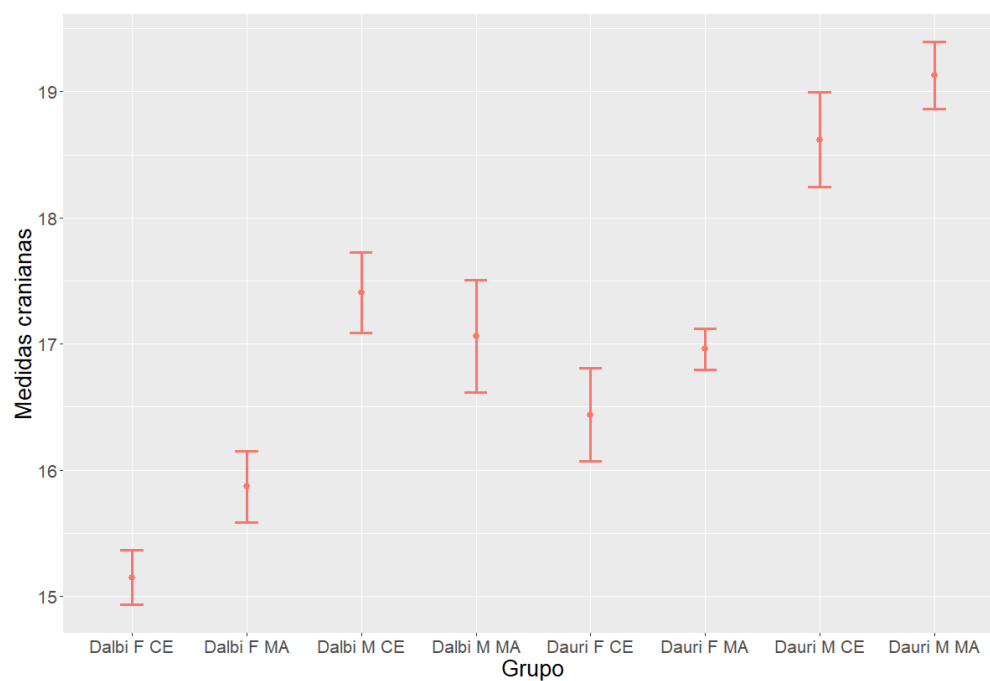
**Figura B.7** Box-plots da largura interzigomática, por espécie, sexo e bioma.



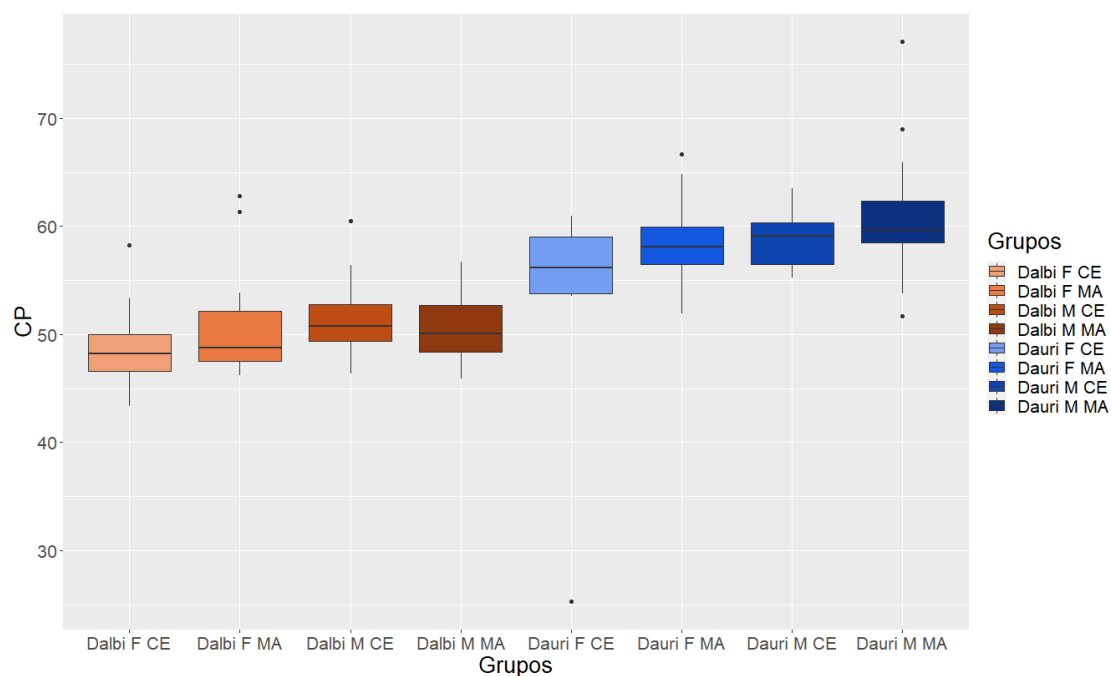
**Figura B.8** Perfis de média com erro padrão da largura interzigomática, por espécie, sexo e bioma.



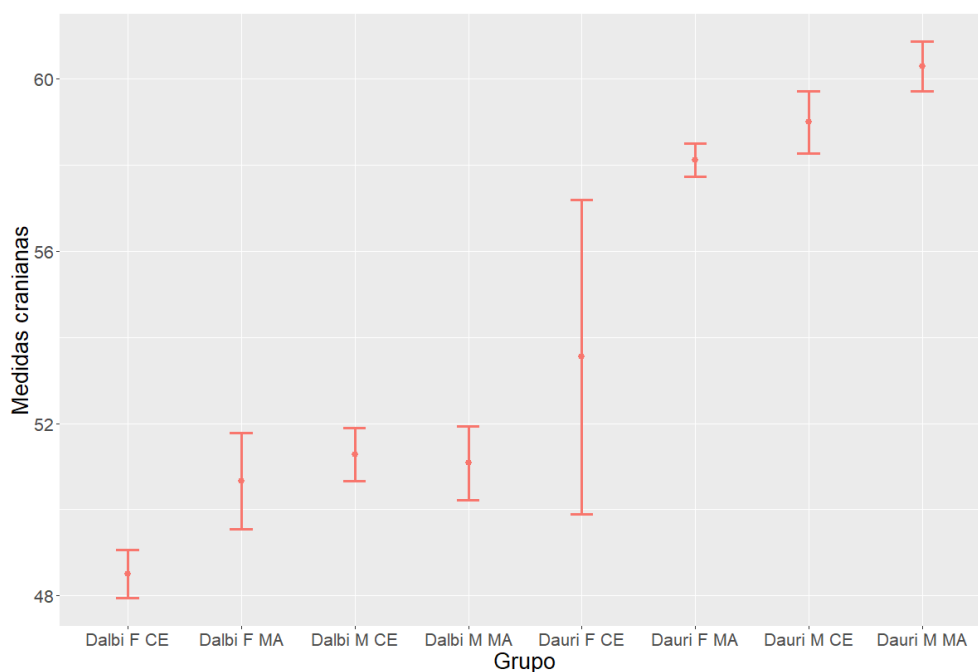
**Figura B.9** Box-plots da largura entre caninos, por espécie, sexo e bioma.



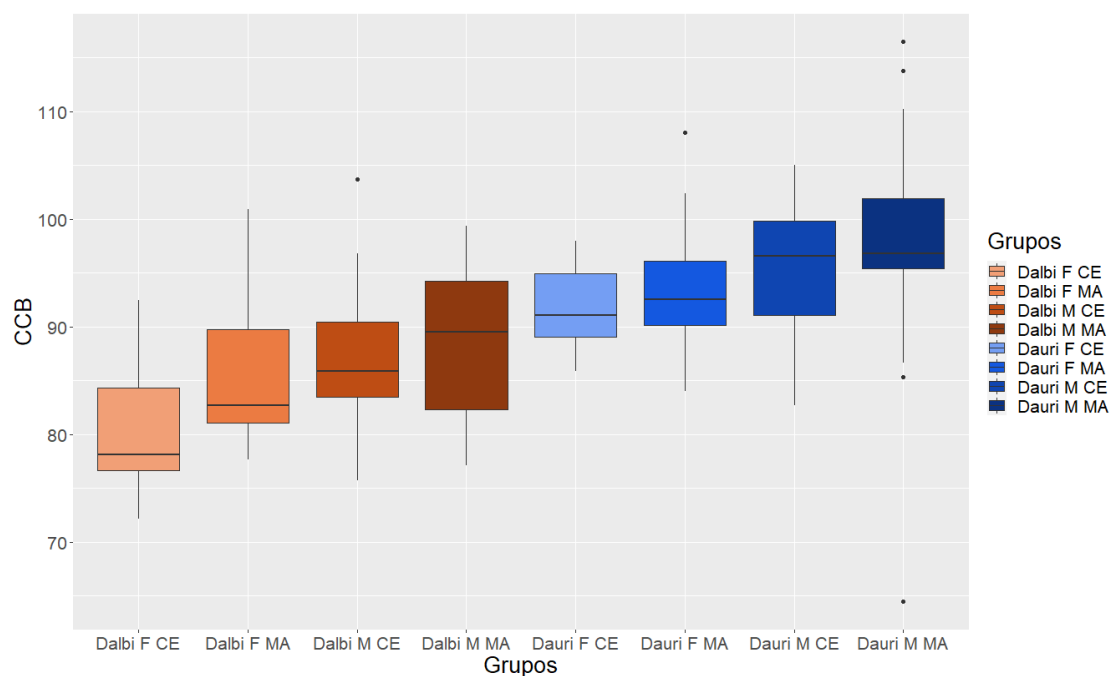
**Figura B.10** Perfis de média com erro padrão da largura entre caninos, por espécie, sexo e bioma.



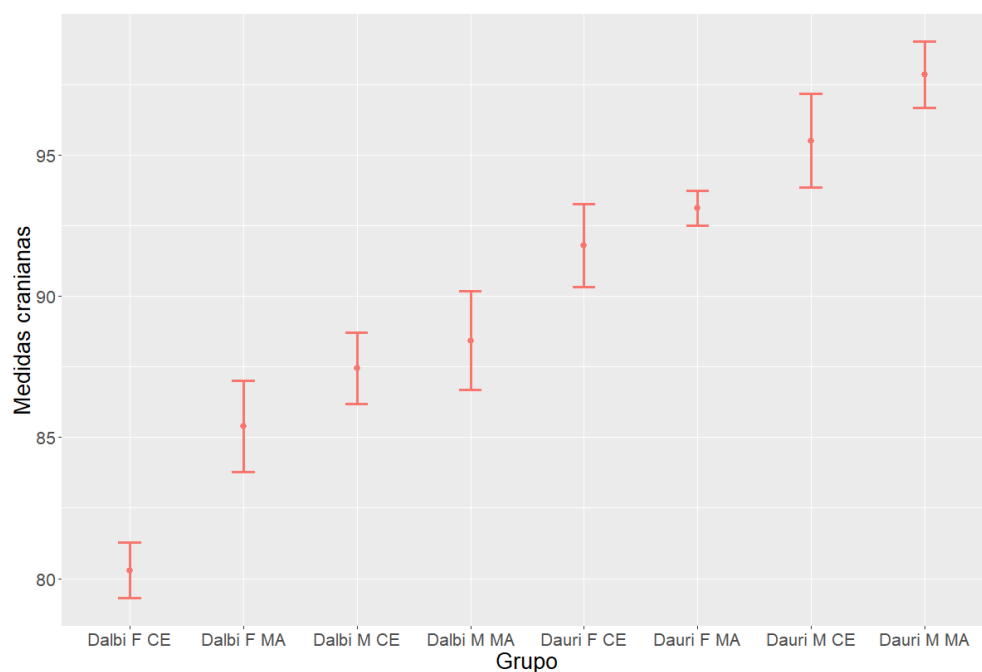
**Figura B.11** Box-plots do comprimento do palato, por espécie, sexo e bioma.



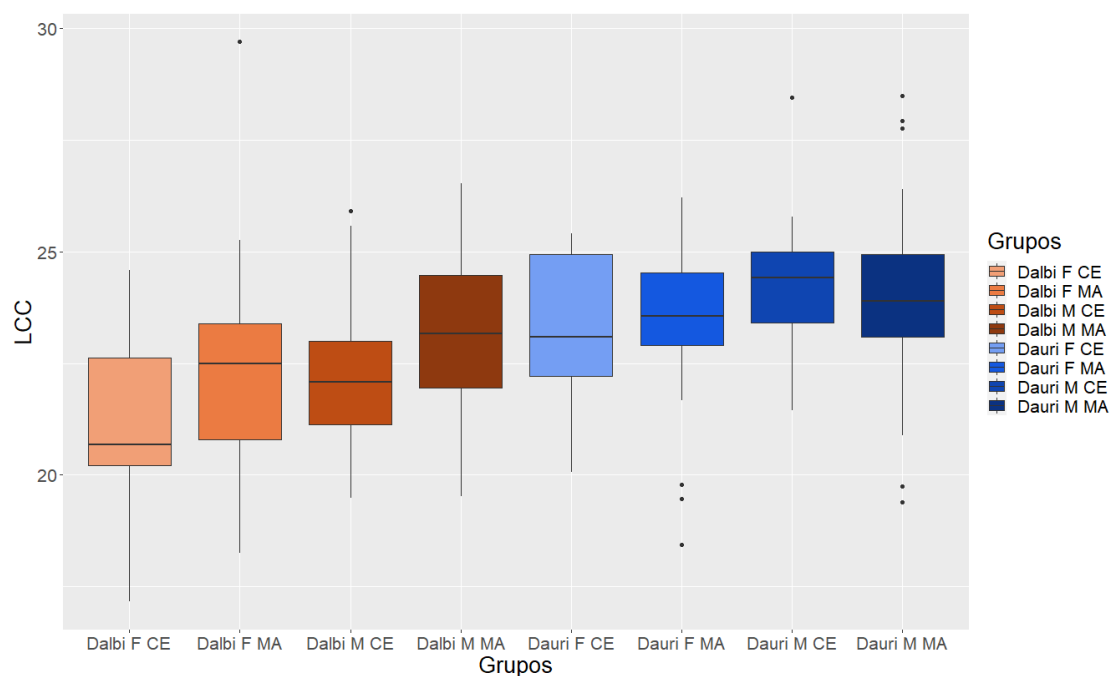
**Figura B.12** Perfis de média com erro padrão do comprimento do palato, por espécie, sexo e bioma.



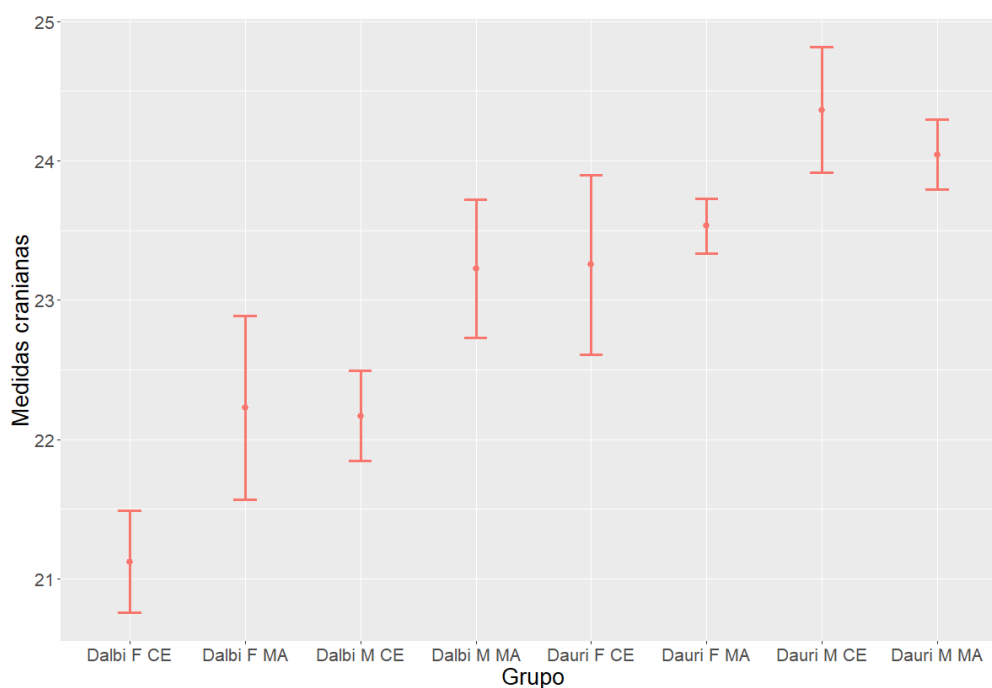
**Figura B.13** Box-plots do comprimento condilobasilar, por espécie, sexo e bioma.



**Figura B.14** Perfis de média com erro padrão do comprimento condilobasilar, por espécie, sexo e bioma.

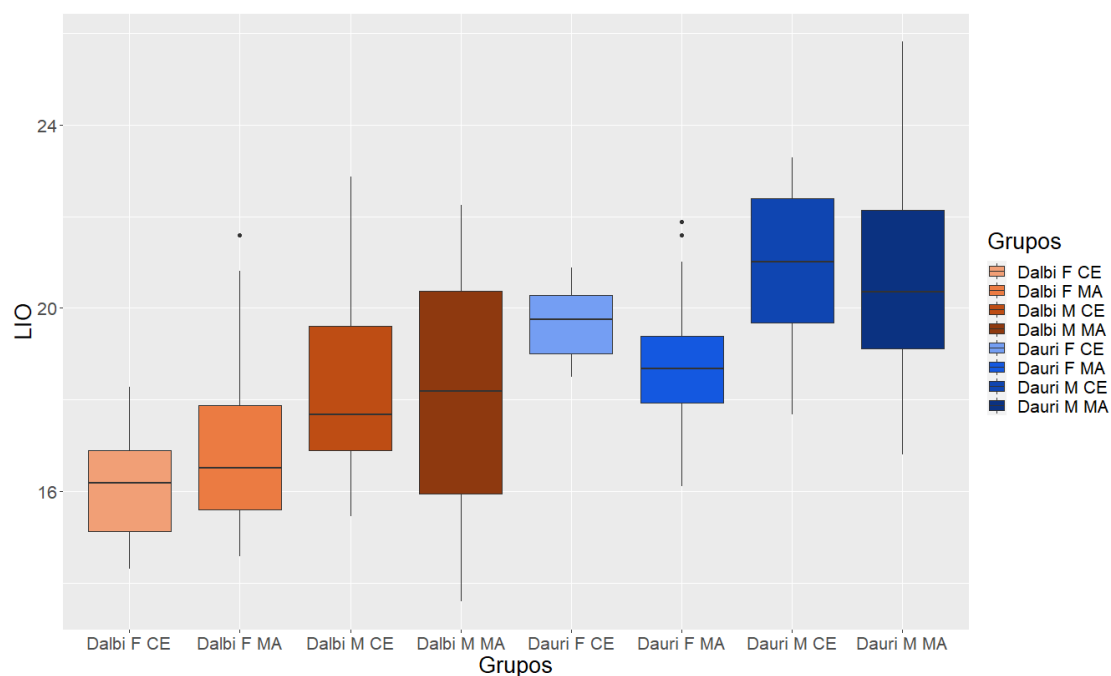


**Figura B.15** Box-plots da largura da caixa craniana, por espécie, sexo e bioma.

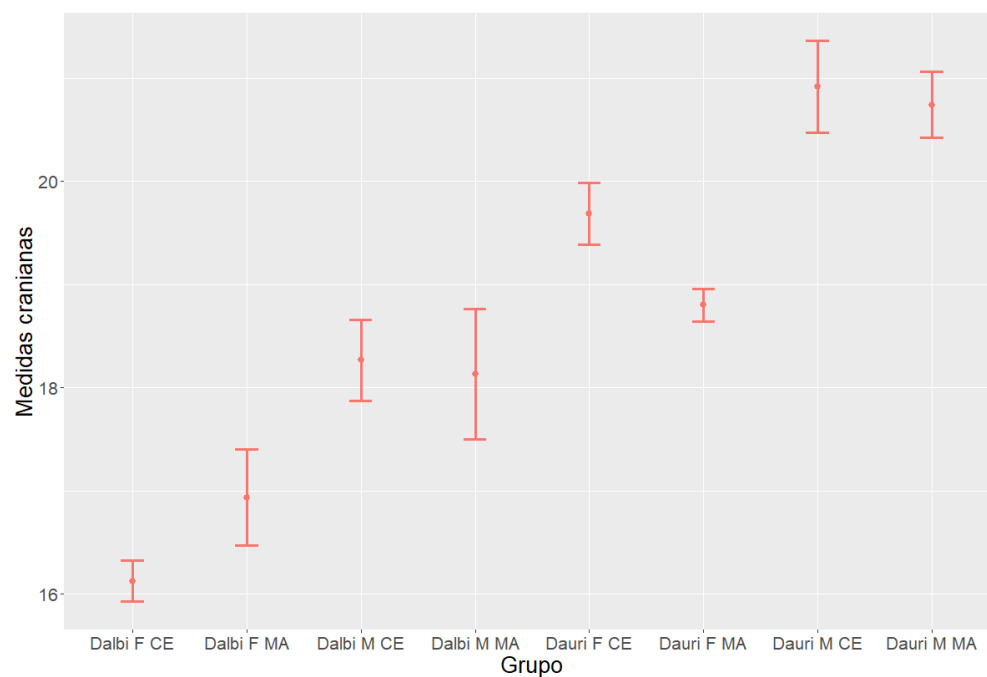


**Figura B.16** Perfis de média com erro padrão da largura da caixa craniana, por espécie, sexo e bioma.

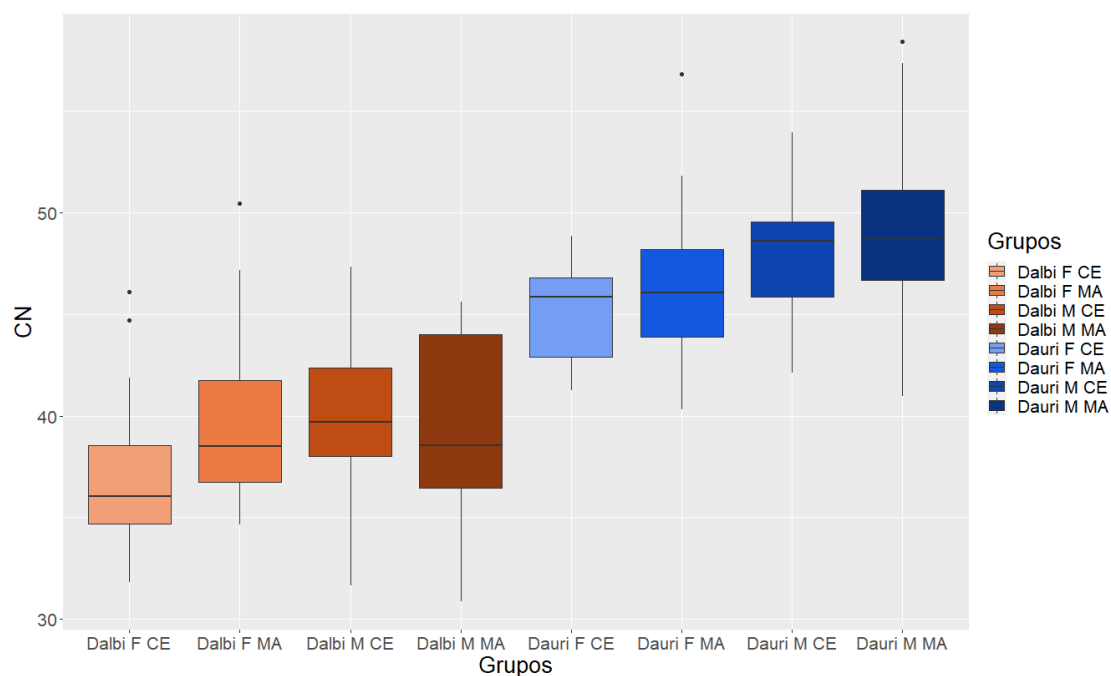




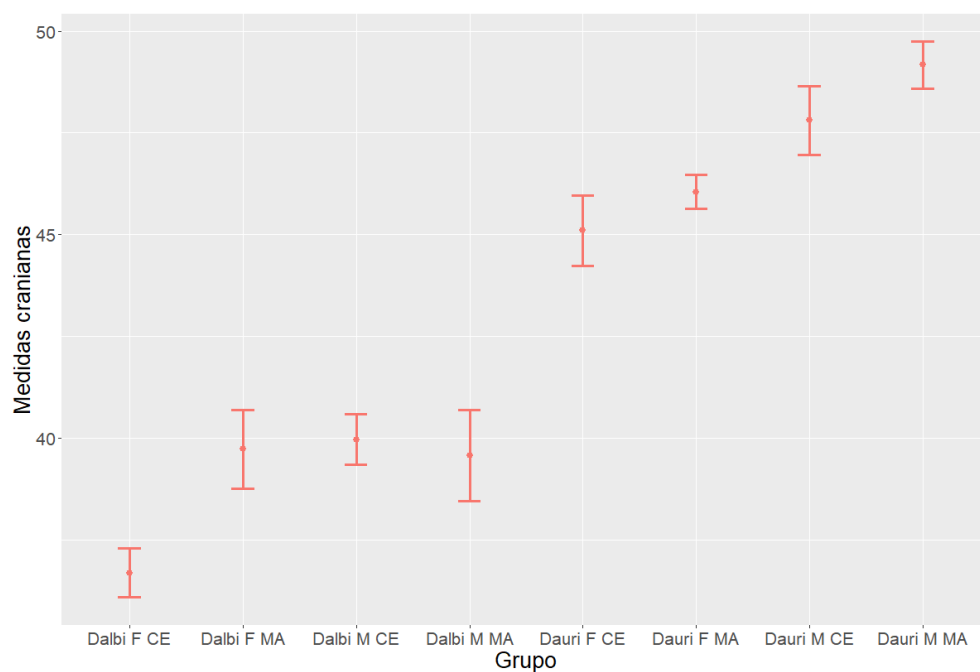
**Figura B.17** Box-plots da largura interorbital, por espécie, sexo e bioma.



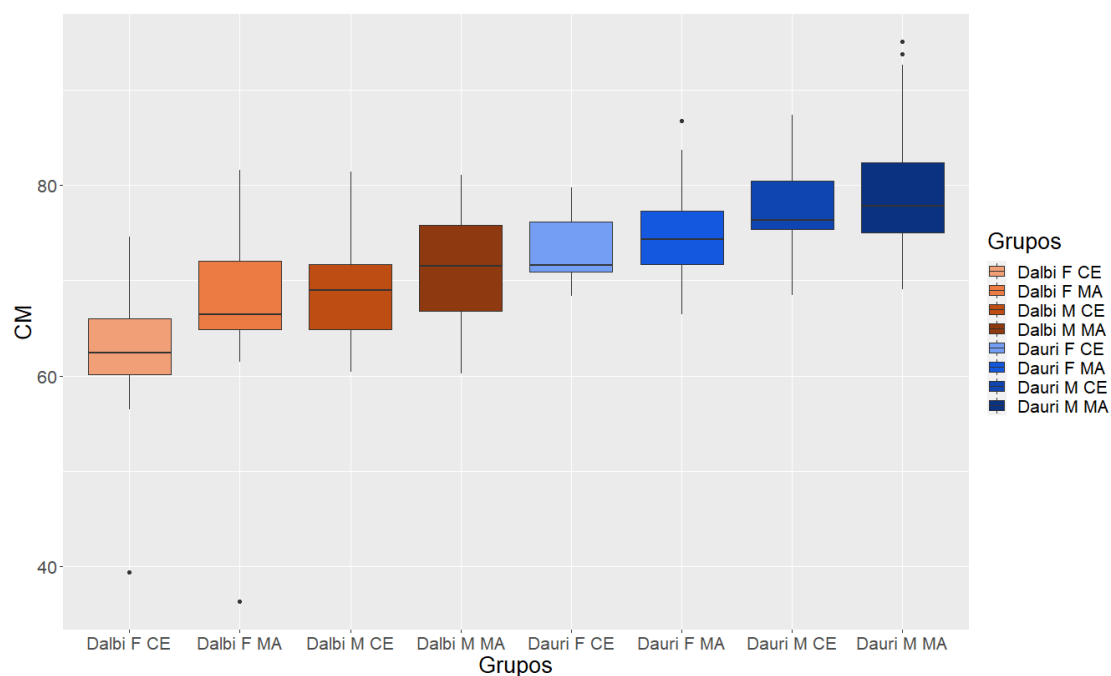
**Figura B.18** Perfis de média com erro padrão da largura interorbital, por espécie, sexo e bioma.



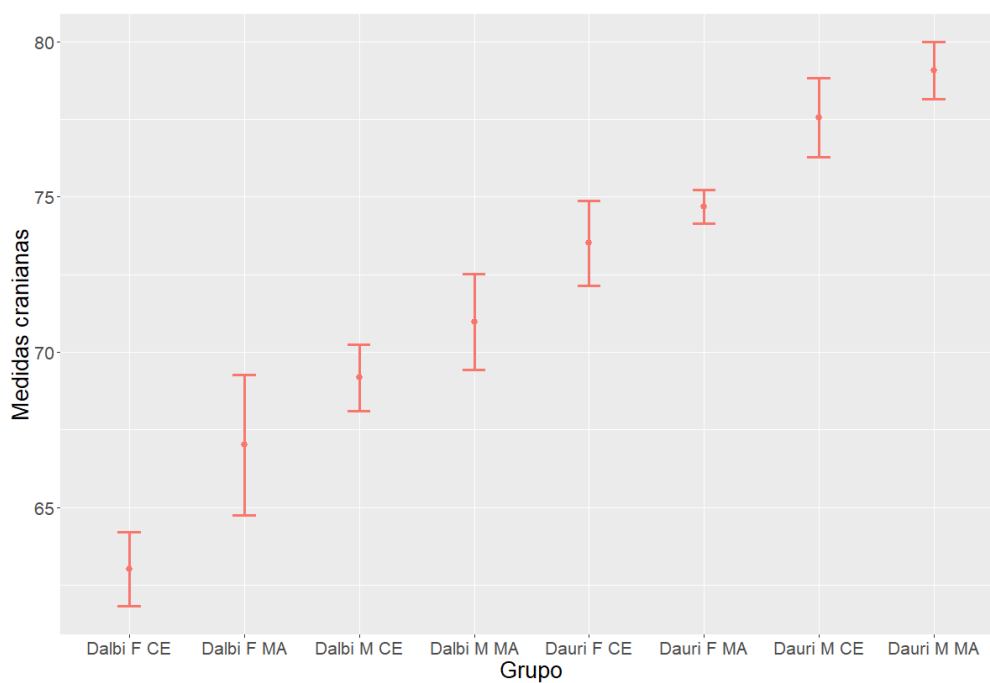
**Figura B.19** Box-plots do comprimento nasal, por espécie, sexo e bioma.



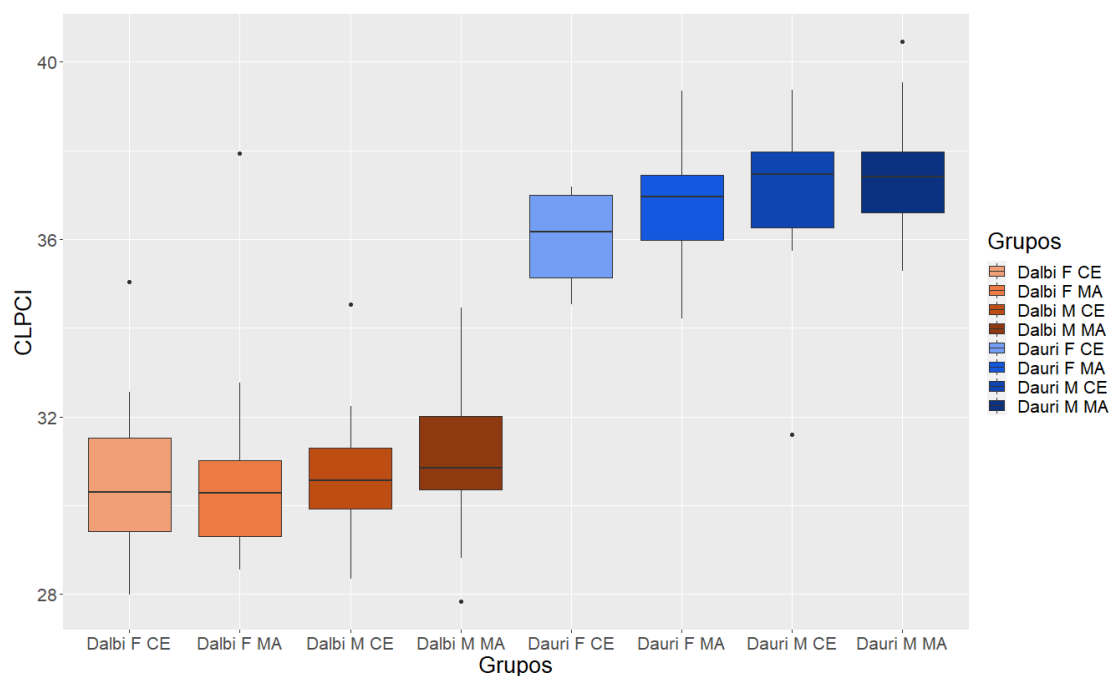
**Figura B.20** Perfis de média com erro padrão do comprimento nasal, por espécie, sexo e bioma.



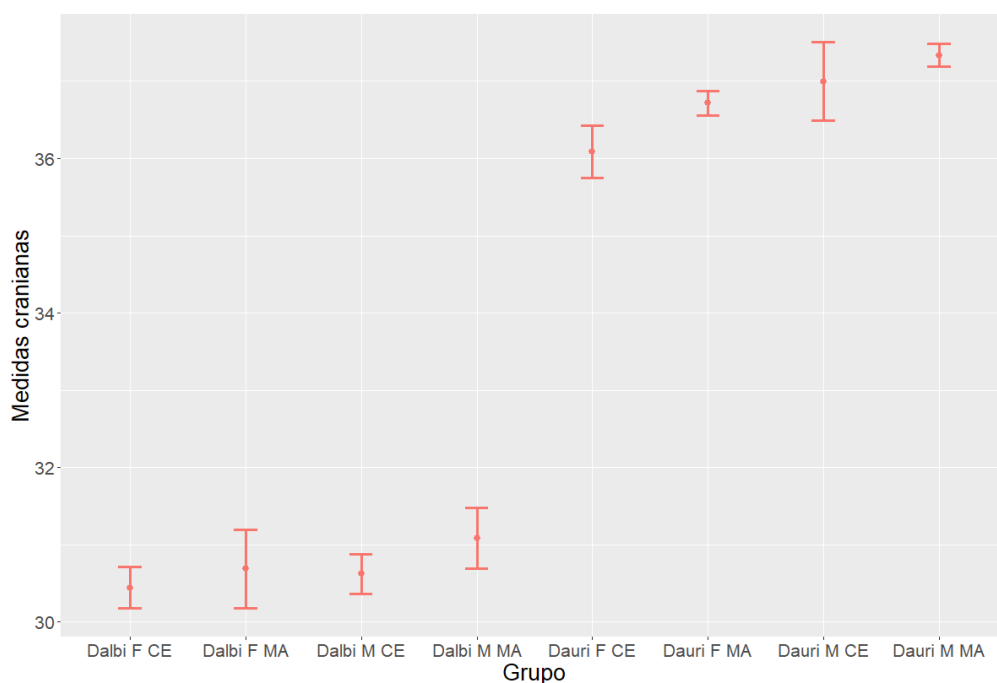
**Figura B.21** Box-plots do comprimento da mandíbula, por espécie, sexo e bioma.



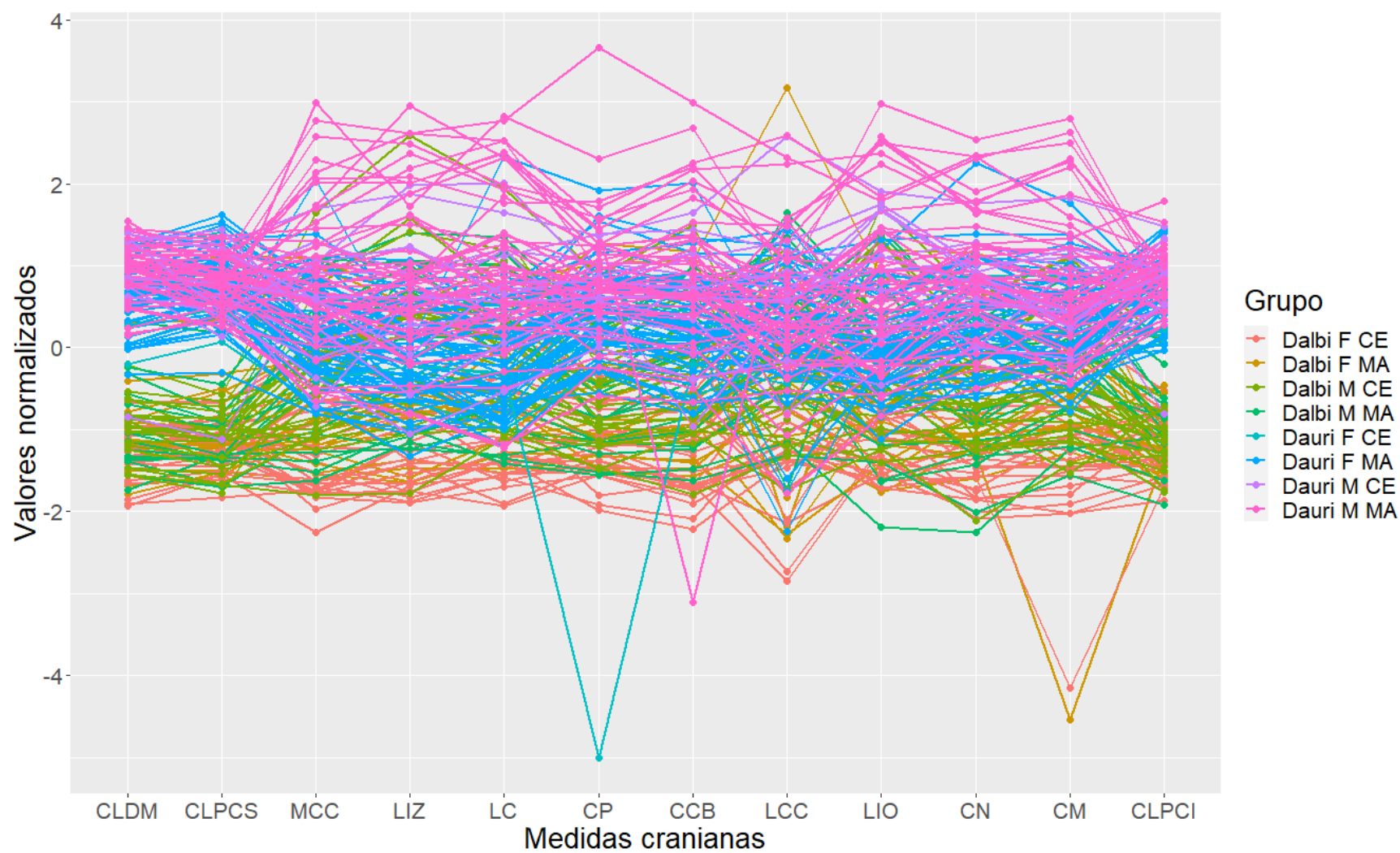
**Figura B.22** Perfis de média com erro padrão do comprimento da mandíbula, por espécie, sexo e bioma.



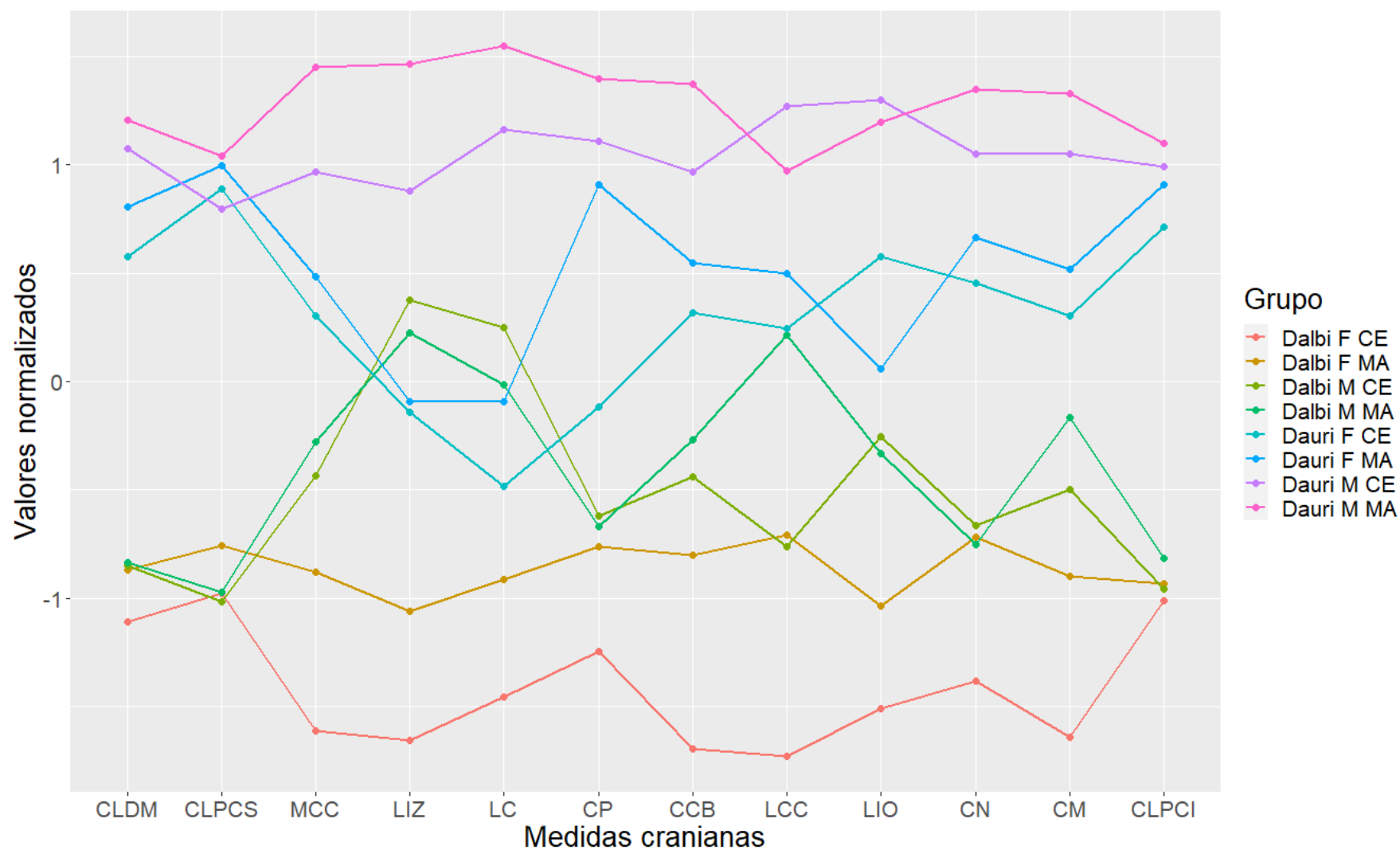
**Figura B.23** Box-plots do comprimento da linha pós canino inferior, por espécie, sexo e bioma.



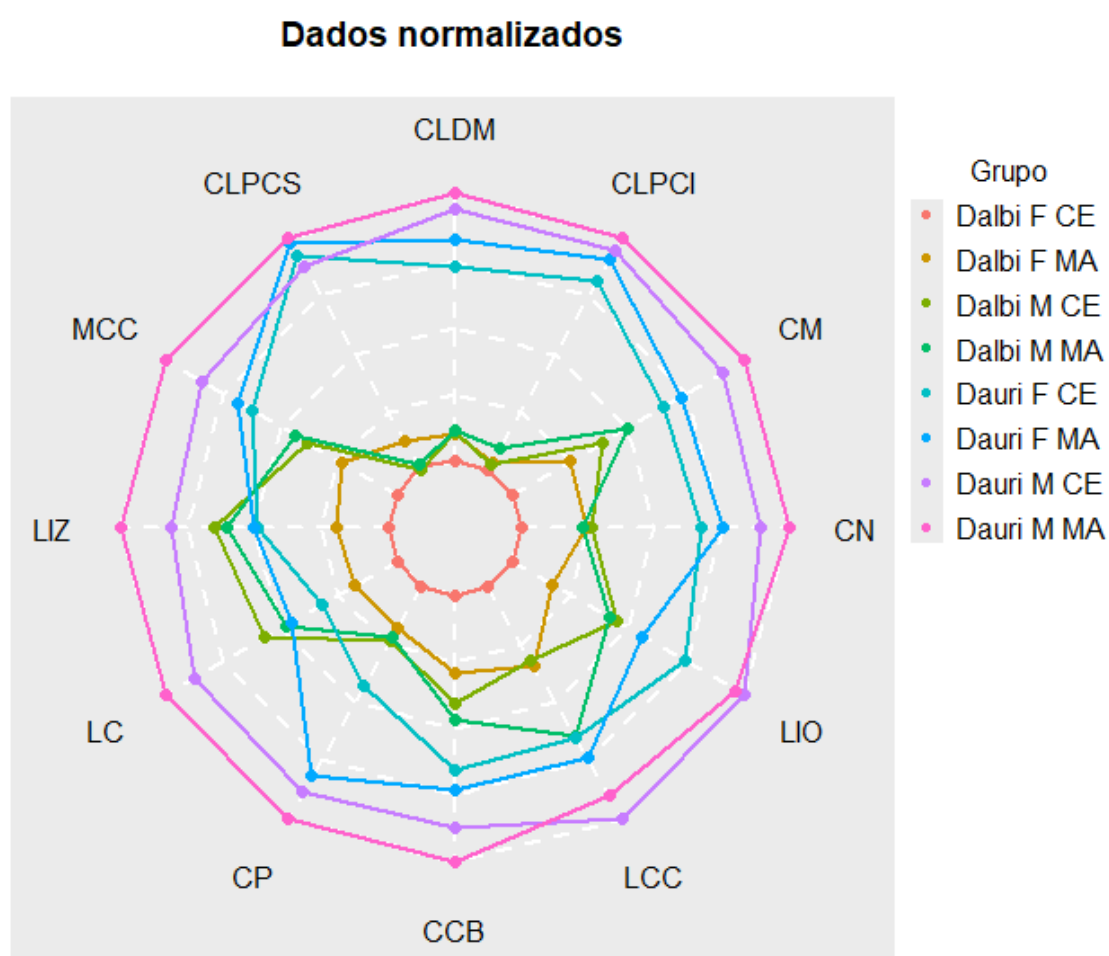
**Figura B.24** Perfis de média com erro padrão do comprimento da linha pós canino inferior, por espécie, sexo e bioma.



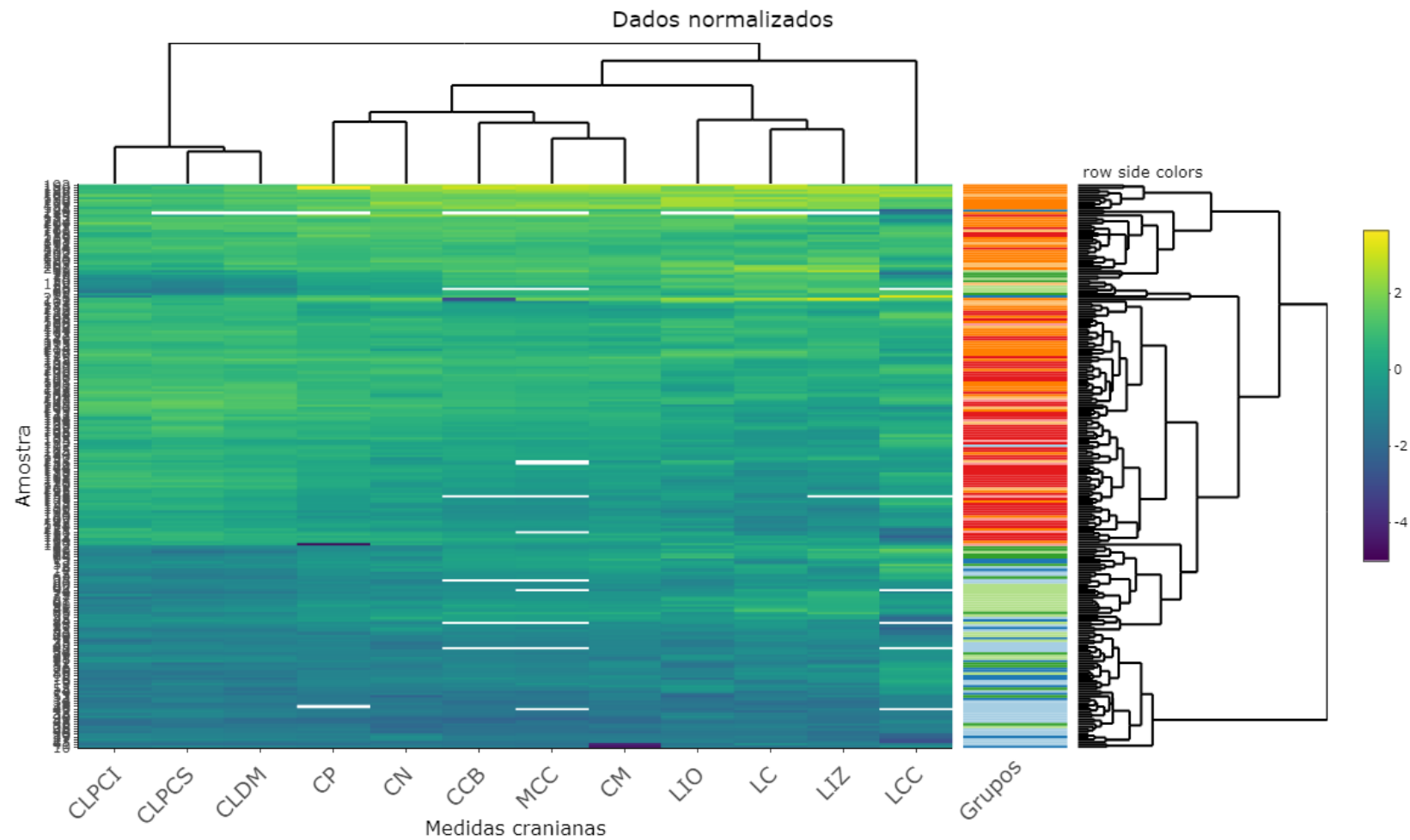
**Figura B.25** Gráfico de coordenadas paralelas das medidas cranianas por espécie, sexo e bioma.



**Figura B.26** Gráfico de coordenadas paralelas das médias das medidas cranianas por espécie, sexo e bioma.

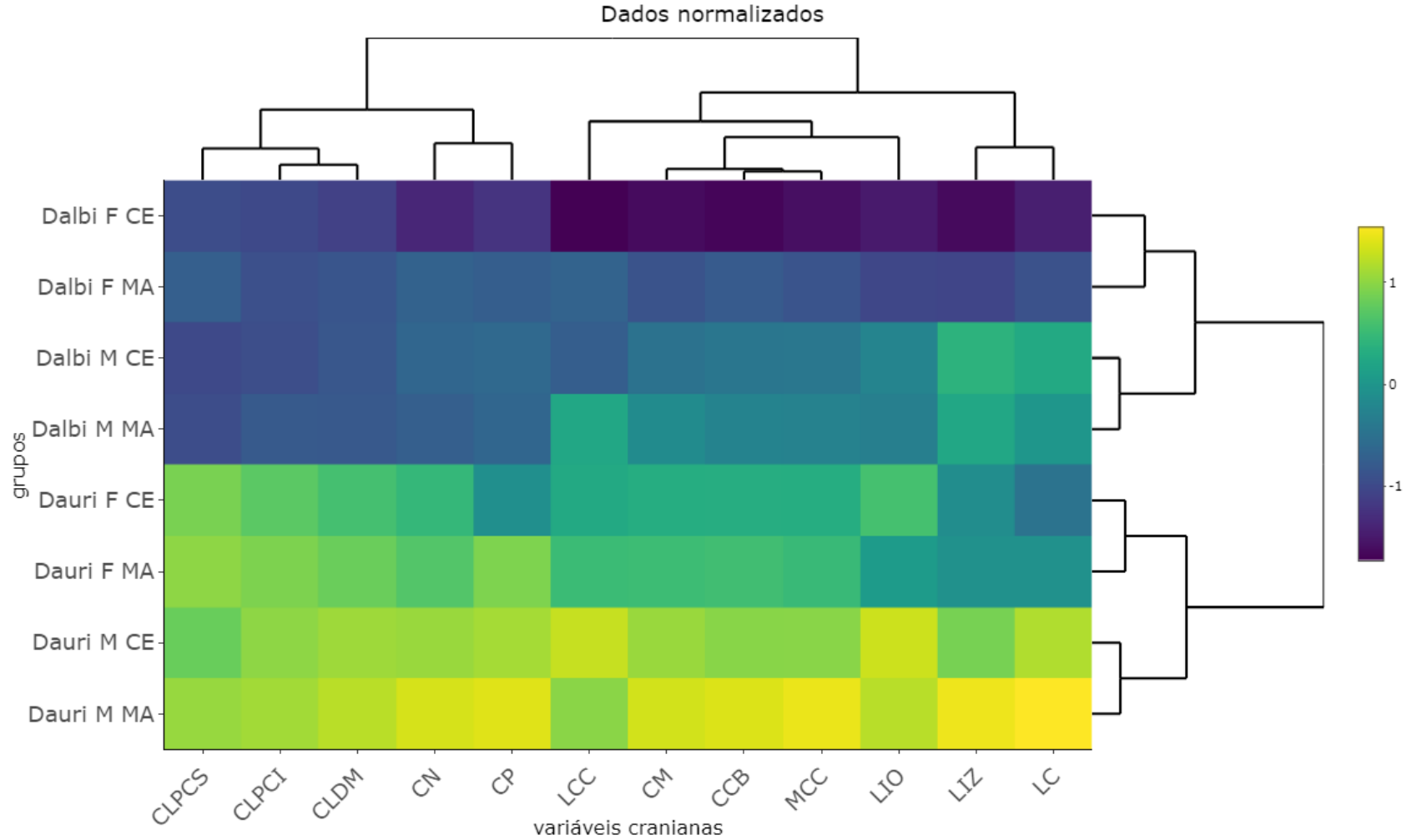


**Figura B.27** Gráfico de radar das médias das medidas cranianas, por espécie, sexo e bioma.

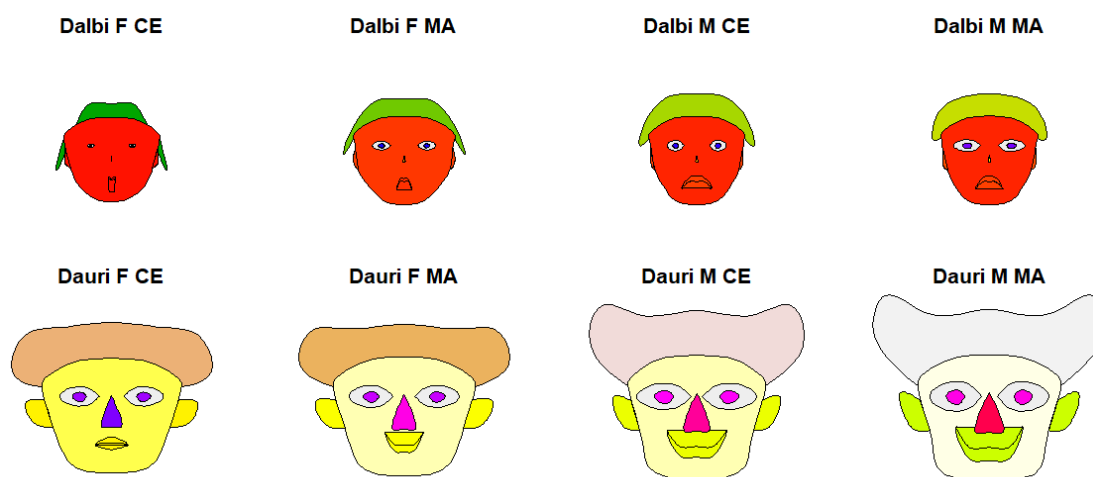


**Figura B.28** Gráfico de mapa de calor das medidas cranianas, por espécie, sexo e bioma (Nos grupos, cores laranja e vermelho relacionados à *D. aurita* e azul e verde à *D. albiventris*).





**Figura B.29** Gráfico de mapa de calor das médias das medidas cranianas, por espécie, sexo e bioma.



Variável	Modificação
<b>CLDM</b>	Altura da face
<b>CLPCS</b>	Largura da face
<b>MCC</b>	Estrutura da face
<b>LIZ</b>	Altura da boca
<b>LC</b>	Largura da boca
<b>CP</b>	Sorriso
<b>CCP</b>	Altura dos olhos
<b>LCC</b>	Largura dos olhos
<b>LIO</b>	Altura do cabelo
<b>CN</b>	Largura do cabelo
<b>CM</b>	Estilo do cabelo
<b>CLPCI</b>	Altura do nariz

**Figura B.30** Gráfico das faces de Chernoff das médias das medidas cranianas, por espécie, sexo e bioma.

# **APÊNDICE C: Tabelas das análises inferenciais**

## MANOVA

**Tabela C.1** Resultado da MANOVA por bootstrap.

Variáveis	modified ANOVA-Type Statistic (MATS) paramBS
Espécie	<0,001
Sexo	<0,001
Bioma	0,099
Espécie e Sexo	0,498
Espécie e Bioma	0,350
Sexo e Bioma	0,775
Espécie, Sexo e Bioma	0,256

## ANOVA

**Tabela C.2** Resultado ANOVA das medidas cranianas.

Medida Craniana	Variáveis	SQ	QM	Teste F	Valor-p
Comp. L. D. Max.	Espécie	2792,1	2792,1	998,819	< 0,001
	Sexo	75,3	75,3	26,933	< 0,001
	Bioma	1,5	11,5	4,115	0,044
	Espécie e Sexo	11,3	11,3	4,057	0,045
	Resíduos	606,6	2,8		
M. Comp. Cr.	Espécie	6576	6576	145,33	< 0,001
	Sexo	1767	1767	39,05	< 0,001
	Bioma	268	268	5,93	0,016
	Resíduos	9411	45		
Comp. Pal.	Espécie	3875	3875	234,459	< 0,001
	Sexo	280	280	16,95	< 0,001
	Bioma	124	124	7,505	0,007
	Resíduos	3586	17		
Comp. Cond.	Espécie	5518	5518	135,964	< 0,001
	Sexo	1290	1290	31,780	< 0,001
	Bioma	272	272	6,702	0,01
	Resíduos	8644	41		
Comp. Nas.	Espécie	4039	4039	306,719	< 0,001
	Sexo	365	365	27,702	< 0,001
	Bioma	65	65	4,964	0,027
	Resíduos	2884	13		

**Tabela C.2** Resultado ANOVA das medidas cranianas (continuação).

Medida Craniana	Variáveis	SQ	QM	Teste F	Valor-p
Comp. Mand.	Espécie	4989	4989	139,741	< 0,001
	Sexo	1234	1234	34,566	< 0,001
	Bioma	206	206	5,783	0,017
	Resíduos	7819	7819	36	
Larg. IntZ.	Espécie	1125	1124,7	62,68	< 0,001
	Sexo	1871	1870,9	104,27	< 0,001
	Resíduos	3912	17,9		
Larg. Can.	Espécie	147,7	147,7	65,67	< 0,001
	Sexo	225,6	225,6	100,30	< 0,001
	Resíduos	492,6	2,25		
Larg. C. Cr.	Espécie	162,7	162,7	47,151	< 0,001
	Sexo	34,4	34,4	9,974	0,002
	Resíduos	738,5	3,45		
Larg. IntOrb.	Espécie	357,4	357,4	111,99	< 0,001
	Sexo	185,6	185,6	58,17	< 0,001
	Resíduos	698,9	3,2		
Comp. L. PCan. Inf.	Espécie	2133,7	2133,7	1097,820	< 0,001
	Sexo	13,1	13,1	6,735	0,010
	Resíduos	427,6	1,9		
Comp. L. PCan. Sup.	Espécie	2137,4	2137,4	1044,737	< 0,001
	Bioma	10,8	10,8	5,262	0,023
	Resíduos	448,0	2,0		

**LDA****Tabela C.3** Resultado LDA de espécie, sexo e bioma das medidas cranianas.

Medida Craniana	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7
Comp. L. PCan. Inf.	<b>0,375</b>	-0,008	0,008	-0,117	0,625	0,766	-0,268
Comp. L. D. Max.	<b>0,282</b>	<b>0,948</b>	<b>0,228</b>	-0,735	-0,254	-0,684	-0,368
Larg. C. Cr.	0,160	-0,056	0,153	0,038	0,352	-0,279	0,055
Comp. Nas.	0,110	-0,086	0,003	-0,116	-0,205	-0,123	0,072
Comp. L. PCan. Sup.	0,082	<b>-0,931</b>	-0,175	0,967	-0,512	0,153	0,581
Comp. Mand.	0,037	-0,043	0,164	-0,039	0,040	0,102	-0,055
Larg. IntZ.	-0,018	<b>0,219</b>	-0,067	0,140	-0,048	0,172	0,203
Comp. Pal.	-0,020	0,014	<b>-0,233</b>	-0,215	0,142	-0,007	0,169
Comp. Cond.	-0,035	0,045	0,040	0,041	0,033	-0,011	0,199
M. Comp. Cr.	-0,050	-0,156	-0,150	0,243	0,092	-0,062	-0,390
Larg. IntOrb.	-0,087	-0,049	<b>0,722</b>	-0,336	0,093	-0,098	0,237
Larg. Can.	-0,130	<b>0,400</b>	<b>-0,395</b>	0,098	-0,450	0,054	-0,040
% Variabilidade Explicada	<b>75,8%</b>	<b>15,4%</b>	<b>3,9%</b>	<b>2,8%</b>	<b>1,3%</b>	<b>0,6%</b>	<b>0,3%</b>

**Tabela C.4** Matriz de confusão de LDA para espécie, sexo e bioma na amostra de teste.

		Predito								Total
		<i>D. albiventris</i> F CE	<i>D. albiventris</i> F MA	<i>D. albiventris</i> M CE	<i>D. albiventris</i> M MA	<i>D. aurita</i> F CE	<i>D. aurita</i> F MA	<i>D. aurita</i> M CE	<i>D. aurita</i> M MA	
	<i>D. albiventris</i> F CE	3 (60%)	1 (20%)	1 (20%)	0	0	0	0	0	5 (100%)
	<i>D. albiventris</i> F MA	3 (75%)	1 (25%)	0	0	0	0	0	0	4 (100%)
	<i>D. albiventris</i> M CE	1 (20%)	0	2 (40%)	2 (40%)	0	0	0	0	5 (100%)
Real	<i>D. albiventris</i> M MA	1 (33%)	0	0	2 (67%)	0	0	0	0	3 (100%)
	<i>D. aurita</i> F CE	0	0	0	0	0	1 (100%)	0	0	1 (100%)
	<i>D. aurita</i> F MA	0	0	0	0	0	11 (100%)	0	0	11 (100%)
	<i>D. aurita</i> M CE	0	0	0	0	0	1 (33%)	0	2 (67%)	3 (100%)
	<i>D. aurita</i> M MA	0	0	0	0	0	1 (10%)	0	9 (90%)	10 (100%)
Acurácia										67%

**Tabela C.5** Resultado LDA de espécie e bioma das medidas cranianas.

Medida Craniana	LD1	LD2	LD3
Comp. L. PCan. Inf.	<b>0,382</b>	-0,133	0,100
Comp. L. D. Max.	<b>0,255</b>	<b>-0,301</b>	<b>-0,720</b>
Larg. C. Cr.	0,156	-0,205	0,100
Comp. L. PCan. Sup.	0,135	<b>0,522</b>	<b>0,510</b>
Comp. Nas.	0,107	0,031	-0,144
Larg. IntZ.	0,023	0,159	-0,049
Comp. Mand.	0,015	-0,206	0,130
M. Comp. Cr.	-0,003	<b>0,278</b>	-0,090
Comp. Pal.	-0,009	0,213	0,016
Larg. IntOrb.	-0,090	<b>-0,502</b>	<b>-0,666</b>
Larg. Can.	-0,094	<b>0,390</b>	0,172
Comp. Cond.	-0,107	<b>-0,305</b>	<b>0,341</b>
% Variabilidade Explicada	<b>94,5%</b>	<b>3,9%</b>	<b>1,6%</b>

**Tabela C.6** Matriz de confusão de LDA para espécie e bioma na amostra de teste.

		Predito				
		<i>D. albiventris</i> CE	<i>D. albiventris</i> MA	<i>D. aurita</i> CE	<i>D. aurita</i> MA	Total
Real	<i>D. albiventris</i> CE	8 (80%)	2 (20%)	0	0	<b>10 (100%)</b>
	<i>D. albiventris</i> MA	3 (43%)	4 (57%)	0	0	<b>7 (100%)</b>
	<i>D. aurita</i> CE	0	0	1 (25%)	3 (75%)	<b>4 (100%)</b>
	<i>D. aurita</i> MA	0	0	0	21 (100%)	<b>21 (100%)</b>
Acurácia						<b>81%</b>

**Tabela C.7** Resultado LDA de espécie e sexo das medidas cranianas.

Medida Craniana	LD1	LD2	LD3
Comp. L. PCan. Inf.	<b>0,374</b>	0,044	<b>-0,246</b>
Comp. L. D. Max.	<b>0,307</b>	<b>-1,153</b>	<b>0,659</b>
Larg. C. Cr.	0,147	0,081	-0,098
Comp. Nas.	0,114	0,070	<b>0,299</b>
Comp. L. PCan. Sup.	0,071	<b>1,165</b>	<b>-0,673</b>
Larg. IntZ.	0,023	-0,119	<b>-0,328</b>
Comp. Mand.	0,007	-0,005	-0,078
Comp. Pal.	-0,019	0,009	0,094
Comp. Cond.	-0,030	-0,031	-0,071
Larg. IntOrb.	-0,037	-0,001	-0,034
M. Comp. Cr.	-0,062	0,135	0,018
Larg. Can.	<b>-0,189</b>	<b>-0,421</b>	<b>0,364</b>
% Variabilidade Explicada	<b>80,0%</b>	<b>18,1%</b>	<b>1,8%</b>

**Tabela C.8** Matriz de confusão de LDA para espécie e sexo na amostra de teste.

		Predito				
		<i>D. albiventris</i> F	<i>D. albiventris</i> M	<i>D. aurita</i> F	<i>D. aurita</i> M	Total
Real	<i>D. albiventris</i> F	9 (100%)	0	0	0	9 (100%)
	<i>D. albiventris</i> M	3 (38%)	5 (63%)	0	0	8 (100%)
	<i>D. aurita</i> F	0	0	12 (92%)	1 (8%)	13 (100%)
	<i>D. aurita</i> M	0	0	2 (15%)	11 (85%)	13 (100%)
Acurácia						86%



**Tabela C.9** Resultado LDA de espécie das medidas cranianas.

Medida Craniana	LD1
Comp. L. PCan. Inf.	<b>0,426</b>
Comp. L. PCan. Sup.	<b>0,257</b>
Larg. C. Cr.	<b>0,196</b>
Comp. L. D. Max.	0,109
Comp. Nas.	0,099
Comp. Mand.	0,010
Larg. IntZ.	0,002
Comp. Pal.	-0,018
Comp. Cond.	-0,031
Larg. IntOrb.	-0,045
M. Comp. Cr.	-0,067
Larg. Can.	-0,085
<b>% Variabilidade Explicada</b>	<b>100,0%</b>

**Tabela C.10** Matriz de confusão de LDA para espécie na amostra de teste.

		Predito		Total
		<i>D. albiventris</i>	<i>D. aurita</i>	
Real	<i>D. albiventris</i>	17 (100%)	0	<b>17 (100%)</b>
	<i>D. aurita</i>	0	25 (100%)	<b>25 (100%)</b>
		<b>Acurácia</b>		<b>100%</b>

**Tabela C.11** Resultado LDA de sexo das medidas cranianas.

Medida Craniana	LD1
Comp. L. D. Max.	<b>0,972</b>
Larg. Can.	<b>0,323</b>
Larg. IntZ.	0,152
Comp. L. PCan. Inf.	0,122
Comp. Cond.	0,030
Larg. IntOrb.	0,021
Comp. Mand.	0,012
Comp. Pal.	-0,026
Larg. C. Cr.	-0,050
Comp. Nas.	-0,111
M. Comp. Cr.	-0,114
Comp. L. PCan. Sup.	<b>-1,112</b>
<b>% Variabilidade Explicada</b>	<b>100,0%</b>

**Tabela C.12** Matriz de confusão de LDA para sexo na amostra de teste.

		Predito		Total
		Fêmea	Macho	
Real	Fêmea	19 (86%)	3 (14%)	22 (100%)
	Macho	4 (19%)	17 (81%)	21 (100%)
			Acurácia	84%

**Tabela C.13** Resultado LDA de bioma das medidas cranianas.

Medida Craniana	LD1
Comp. L. PCan. Sup.	0,590
M. Comp. Cr.	0,178
Larg. C. Cr.	0,142
Comp. L. PCan. Inf.	0,100
Comp. Nas.	0,033
Comp. Cond.	-0,012
Comp. Mand.	-0,012
Larg. IntZ.	-0,020
Larg. Can.	-0,023
Comp. Pal.	-0,089
Larg. IntOrb.	-0,338
Comp. L. D. Max.	-0,408
% Variabilidade Explicada	100,0%

**Tabela C.14** Matriz de confusão de LDA para bioma na amostra de teste.

		Predito		Total
		Cerrado	Mata Atlântica	
Real	Cerrado	5 (36%)	9 (64%)	14 (100%)
	Mata Atlântica	4 (14%)	24 (86%)	28 (100%)
			Acurácia	69%

## Regressão Multinomial (Modelo Completo)

**Tabela C.15** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Completo) para espécie, sexo e bioma. (Grupo de referência: *D. albiventris* fêmea do Cerrado).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. albiventris</i> fêmea Mata Atlântica	Intercepto	-17,280	5,666	-3,050	0,002
	Comp. L. D. Max.	0,083	1,093	0,076	0,939
	Comp. L. PCan. Sup.	1,200	1,042	1,152	0,249
	M. Comp. Cr.	-0,594	0,418	-1,423	0,155
	Larg. IntZ.	-0,434	0,350	-1,239	0,215
	Larg. Can.	-0,347	0,857	-0,405	0,685
	Comp. Pal.	-1,484	0,622	-2,388	0,017
	Comp. Cond.	2,040	0,709	2,876	0,004
	Larg. C. Cr.	0,139	0,276	0,503	0,615
	Larg. IntOrb.	-0,072	0,571	-0,127	0,899
	Comp. Nas.	-0,139	0,316	-0,439	0,661
	Comp. Mand.	-0,079	0,131	-0,601	0,548
	Comp. L. PCan. Inf.	-1,077	0,629	-1,714	0,087
<i>D. albiventris</i> macho Cerrado	Intercepto	41,559	0,167	248,116	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	3,139	1,516	2,071	0,038
	Comp. L. PCan. Sup.	-3,728	1,528	-2,439	0,015
	M. Comp. Cr.	-0,567	0,575	-0,986	0,324
	Larg. IntZ.	1,123	0,511	2,196	0,028
	Larg. Can.	3,454	1,328	2,601	0,009
	Comp. Pal.	-1,111	0,745	-1,491	0,136
	Comp. Cond.	-0,261	0,830	-0,314	0,754
	Larg. C. Cr.	-0,586	0,366	-1,599	0,110
	Larg. IntOrb.	0,535	0,669	0,800	0,424
	Comp. Nas.	0,147	0,330	0,446	0,656
	Comp. Mand.	-0,253	0,169	-1,503	0,133
	Comp. L. PCan. Inf.	-0,302	0,775	-0,390	0,696

**Tabela C.15** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Completo) para espécie, sexo e bioma. (Grupo de referência: *D. albiventris* fêmea do Cerrado) (continuação).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. albiventris</i> macho Mata Atlântica	Intercepto	-13,552	0,213	-63,544	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	0,821	1,228	0,669	0,504
	Comp. L. PCan. Sup.	-0,307	1,279	-0,240	0,810
	M. Comp. Cr.	-0,309	0,497	-0,622	0,534
	Larg. IntZ.	0,693	0,453	1,530	0,126
	Larg. Can.	0,816	1,129	0,723	0,470
	Comp. Pal.	-1,552	0,627	-2,475	0,013
	Comp. Cond.	0,548	0,745	0,736	0,462
	Larg. C. Cr.	0,416	0,305	1,367	0,172
	Larg. IntOrb.	0,422	0,547	0,770	0,441
	Comp. Nas.	-0,094	0,369	-0,256	0,798
	Comp. Mand.	-0,051	0,231	-0,220	0,826
	Comp. L. PCan. Inf.	-0,078	0,695	-0,112	0,911
<i>D. aurita</i> fêmea Cerrado	Intercepto	-63,628	1,095	-58,121	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	-7,513	4,309	-1,744	0,081
	Comp. L. PCan. Sup.	10,925	6,065	1,801	0,072
	M. Comp. Cr.	-2,086	2,620	-0,796	0,426
	Larg. IntZ.	0,044	0,893	0,049	0,961
	Larg. Can.	-1,519	1,850	-0,821	0,412
	Comp. Pal.	-1,517	0,670	-2,263	0,024
	Comp. Cond.	-0,204	2,538	-0,080	0,936
	Larg. C. Cr.	0,376	1,148	0,327	0,744
	Larg. IntOrb.	4,822	2,684	1,797	0,072
	Comp. Nas.	0,171	1,882	0,091	0,928
	Comp. Mand.	3,263	1,822	1,790	0,073
	Comp. L. PCan. Inf.	-1,198	2,458	-0,488	0,626

**Tabela C.15** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Completo) para espécie, sexo e bioma (Grupo de referência: *D. albiventris* fêmea do Cerrado) (continuação).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. aurita</i> fêmea Mata Atlântica	Intercepto	-47,299	6,947	-6,809	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	-0,837	1,339	-0,625	0,532
	Comp. L. PCan. Sup.	1,309	1,186	1,104	0,270
	M. Comp. Cr.	0,306	0,608	0,504	0,615
	Larg. IntZ.	-0,101	0,370	-0,274	0,784
	Larg. Can.	0,724	1,139	0,635	0,525
	Comp. Pal.	-0,383	0,682	-0,561	0,575
	Comp. Cond.	-0,756	1,054	-0,717	0,473
	Larg. C. Cr.	0,575	0,300	1,916	0,055
	Larg. IntOrb.	-0,543	0,844	-0,643	0,520
	Comp. Nas.	0,388	0,435	0,892	0,372
	Comp. Mand.	0,447	0,581	0,770	0,441
	Comp. L. PCan. Inf.	1,144	0,880	1,299	0,194
<i>D. aurita</i> macho Cerrado	Intercepto	-61,882	0,816	-75,826	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	3,797	1,669	2,275	0,023
	Comp. L. PCan. Sup.	-2,290	1,443	-1,587	0,113
	M. Comp. Cr.	-0,997	0,817	-1,220	0,222
	Larg. IntZ.	0,006	0,452	0,012	0,990
	Larg. Can.	-0,244	1,314	-0,185	0,853
	Comp. Pal.	-1,155	0,921	-1,253	0,210
	Comp. Cond.	-0,460	1,240	-0,371	0,711
	Larg. C. Cr.	1,490	0,458	3,256	0,001
	Larg. IntOrb.	2,109	1,139	1,852	0,064
	Comp. Nas.	-0,147	0,523	-0,280	0,779
	Comp. Mand.	1,476	0,722	2,043	0,041
	Comp. L. PCan. Inf.	0,482	0,888	0,543	0,587
<i>D. aurita</i> macho Mata Atlântica	Intercepto	-88,388	3,194	-27,673	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	1,688	1,443	1,169	0,242
	Comp. L. PCan. Sup.	-0,303	1,247	-0,243	0,808
	M. Comp. Cr.	-0,124	0,681	-0,182	0,856
	Larg. IntZ.	0,624	0,392	1,590	0,112
	Larg. Can.	1,403	1,202	1,167	0,243
	Comp. Pal.	-0,860	0,686	-1,254	0,210
	Comp. Cond.	-0,569	1,063	-0,535	0,593
	Larg. C. Cr.	0,223	0,340	0,655	0,512
	Larg. IntOrb.	-0,972	0,887	-1,096	0,273
	Comp. Nas.	0,396	0,476	0,833	0,405
	Comp. Mand.	0,582	0,605	0,962	0,336
	Comp. L. PCan. Inf.	1,231	0,889	1,384	0,166

**Tabela C.16** Matriz de confusão de Regressão Multinomial (Modelo Completo) para espécie, sexo e bioma na amostra de teste.

		Predito								Total
		<i>D. albiventris</i> F CE	<i>D. albiventris</i> F MA	<i>D. albiventris</i> M CE	<i>D. albiventris</i> M MA	<i>D. aurita</i> F CE	<i>D. aurita</i> F MA	<i>D. aurita</i> M CE	<i>D. aurita</i> M MA	
	<i>D. albiventris</i> F CE	2 (40%)	0	2 (40%)	0	0	1 (20%)	0	0	5 (100%)
	<i>D. albiventris</i> F MA	1 (25%)	1 (25%)	1 (25%)	0	0	1 (25%)	0	0	4 (100%)
	<i>D. albiventris</i> M CE	0	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	0	0	0	0	5 (100%)
Real	<i>D. albiventris</i> M MA	2 (67%)	0	1 (33%)	0	0	0	0	0	3 (100%)
	<i>D. aurita</i> F CE	0	0	0	0	1 (100%)	0	0	0	1 (100%)
	<i>D. aurita</i> F MA	0	0	0	0	1 (9%)	10 (90%)	0	0	11 (100%)
	<i>D. aurita</i> M CE	0	0	0	0	0	1 (33%)	0	2 (67%)	3 (100%)
	<i>D. aurita</i> M MA	0	0	0	0	0	1 (10%)	0	9 (90%)	10 (100%)
Acurácia										59%

**Tabela C.17** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Completo) para espécie e bioma. (Grupo de referência: *D. albiventris* do Cerrado).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. albiventris</i> Mata Atlântica	Intercepto	-12,931	7,284	-1,775	0,076
	Comp. L. D. Max.	-0,154	0,654	-0,235	0,814
	Comp. L. PCan. Sup.	0,573	0,621	0,923	0,356
	M. Comp. Cr.	-0,403	0,288	-1,398	0,162
	Larg. IntZ.	-0,285	0,186	-1,529	0,126
	Larg. Can.	-0,543	0,513	-1,058	0,290
	Comp. Pal.	-0,925	0,349	-2,648	0,008
	Comp. Cond.	0,849	0,478	1,775	0,076
	Larg. C. Cr.	0,070	0,192	0,365	0,715
	Larg. IntOrb.	0,126	0,334	0,378	0,705
	Comp. Nas.	-0,027	0,204	-0,133	0,894
	Comp. Mand.	0,485	0,273	1,780	0,075
	Comp. L. PCan. Inf.	-0,094	0,368	-0,254	0,799
<i>D. aurita</i> Cerrado	Intercepto	-81,687	5,649	-14,461	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	0,749	1,308	0,573	0,567
	Comp. L. PCan. Sup.	0,025	1,293	0,020	0,984
	M. Comp. Cr.	0,036	0,716	0,051	0,959
	Larg. IntZ.	-0,397	0,343	-1,157	0,247
	Larg. Can.	-0,669	1,196	-0,560	0,576
	Comp. Pal.	-0,970	0,370	-2,624	0,009
	Comp. Cond.	-0,671	1,041	-0,645	0,519
	Larg. C. Cr.	1,331	0,356	3,738	<2e-16
	Larg. IntOrb.	1,371	1,148	1,195	0,232
	Comp. Nas.	0,147	0,508	0,289	0,773
	Comp. Mand.	1,010	0,581	1,739	0,082
	Comp. L. PCan. Inf.	1,661	0,611	2,720	0,007
<i>D. aurita</i> Mata Atlântica	Intercepto	-88,045	5,814	-15,143	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	-0,403	1,179	-0,341	0,733
	Comp. L. PCan. Sup.	1,094	1,205	0,908	0,364
	M. Comp. Cr.	0,760	0,637	1,194	0,233
	Larg. IntZ.	-0,006	0,293	-0,022	0,982
	Larg. Can.	0,014	1,092	0,013	0,990
	Comp. Pal.	-0,656	0,397	-1,653	0,098
	Comp. Cond.	-1,058	1,027	-1,031	0,303
	Larg. C. Cr.	0,961	0,304	3,159	0,002
	Larg. IntOrb.	-0,268	1,050	-0,255	0,799
	Comp. Nas.	0,119	0,466	0,255	0,799
	Comp. Mand.	0,557	0,535	1,041	0,298
	Comp. L. PCan. Inf.	1,984	0,611	3,245	0,001

**Tabela C.18** Matriz de confusão de Regressão Multinomial (Modelo Completo) para espécie e bioma na amostra de teste.

		Predito				
		<i>D. albiventris</i> CE	<i>D. albiventris</i> MA	<i>D. aurita</i> CE	<i>D. aurita</i> MA	Total
Real	<i>D. albiventris</i> CE	9 (90%)	1 (10%)	0	0	10 (100%)
	<i>D. albiventris</i> MA	3 (43%)	4 (57%)	0	0	7 (100%)
	<i>D. aurita</i> CE	0	0	1 (25%)	3 (75%)	4 (100%)
	<i>D. aurita</i> MA	0	1 (5%)	0	20 (95%)	21 (100%)
Acurácia						81%



**Tabela C.19** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Completo) para espécie e sexo. (Grupo de referência: *D. albiventris* fêmea).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. albiventris</i> macho	Intercepto	3,819	0,371	10,300	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	2,405	1,003	2,397	0,017
	Comp. L. PCan. Sup.	-2,861	1,155	-2,477	0,013
	M. Comp. Cr.	-0,144	0,517	-0,279	0,780
	Larg. IntZ.	0,979	0,425	2,306	0,021
	Larg. Can.	1,168	0,895	1,305	0,192
	Comp. Pal.	-0,295	0,453	-0,651	0,515
	Comp. Cond.	-0,703	0,686	-1,024	0,306
	Larg. C. Cr.	-0,103	0,243	-0,423	0,672
	Larg. IntOrb.	0,235	0,518	0,454	0,650
	Comp. Nas.	-0,137	0,244	-0,562	0,574
	Comp. Mand.	0,167	0,130	1,289	0,197
	Comp. L. PCan. Inf.	0,354	0,582	0,608	0,543
<i>D. aurita</i> fêmea	Intercepto	-57,441	7,109	-8,080	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	-1,050	1,268	-0,828	0,408
	Comp. L. PCan. Sup.	1,543	1,228	1,256	0,209
	M. Comp. Cr.	0,709	0,536	1,321	0,186
	Larg. IntZ.	0,469	0,480	0,976	0,329
	Larg. Can.	-0,178	1,125	-0,158	0,874
	Comp. Pal.	-0,228	0,484	-0,471	0,638
	Comp. Cond.	-1,801	1,024	-1,758	0,079
	Larg. C. Cr.	0,751	0,289	2,604	0,009
	Larg. IntOrb.	0,149	0,828	0,180	0,857
	Comp. Nas.	0,106	0,494	0,214	0,830
	Comp. Mand.	0,755	0,608	1,243	0,214
	Comp. L. PCan. Inf.	1,719	0,694	2,475	0,013
<i>D. aurita</i> macho	Intercepto	-70,793	6,698	-10,570	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	1,418	1,347	1,053	0,292
	Comp. L. PCan. Sup.	-1,341	1,281	-1,047	0,295
	M. Comp. Cr.	0,201	0,606	0,332	0,740
	Larg. IntZ.	0,607	0,503	1,207	0,227
	Larg. Can.	1,026	1,149	0,893	0,372
	Comp. Pal.	-0,215	0,489	-0,440	0,660
	Comp. Cond.	-1,658	1,032	-1,606	0,108
	Larg. C. Cr.	0,544	0,300	1,815	0,070
	Larg. IntOrb.	0,059	0,873	0,068	0,946
	Comp. Nas.	0,328	0,514	0,638	0,524
	Comp. Mand.	0,875	0,621	1,410	0,158
	Comp. L. PCan. Inf.	1,900	0,795	2,391	0,017

**Tabela C.20** Matriz de confusão de Regressão Multinomial (Modelo Completo) para espécie e sexo na amostra de teste.

		Predito				
		<i>D. albiventris</i> F	<i>D. albiventris</i> M	<i>D. aurita</i> F	<i>D. aurita</i> M	Total
Real	<i>D. albiventris</i> F	9 (100%)	0	0	0	9 (100%)
	<i>D. albiventris</i> M	3 (38%)	5 (63%)	0	0	8 (100%)
	<i>D. aurita</i> F	1 (8%)	0	11 (85%)	1 (8%)	13 (100%)
	<i>D. aurita</i> M	0	0	2 (15%)	11(85%)	13 (100%)
Acurácia						84%

### Regressão Logística (Modelo Completo)

**Tabela C.21** Resultado Regressão Logística (Modelo Completo) para espécie. (Grupo de referência: *D. albiventris*).

Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
Intercepto	-68,222	26,502	-2,574	0,010
Comp. L. D. Max.	-1,070	1,346	-0,795	0,426
Comp. L. PCan. Sup.	1,480	1,350	1,097	0,273
M. Comp. Cr.	0,389	0,758	0,513	0,608
Larg. IntZ.	0,393	0,389	1,009	0,313
Larg. Can.	-0,076	0,977	-0,078	0,938
Comp. Pal.	-0,058	0,205	-0,284	0,777
Comp. Cond.	-1,595	0,984	-1,621	0,105
Larg. C. Cr.	0,868	0,443	1,959	0,050
Larg. IntOrb.	-0,016	0,738	-0,021	0,983
Comp. Nas.	0,232	0,472	0,491	0,623
Comp. Mand.	0,881	0,662	1,331	0,183
Comp. L. PCan. Inf.	1,808	0,820	2,206	0,027

**Tabela C.22** Matriz de confusão de Regressão Logística (Modelo Completo) para espécie na amostra de teste.

		Predito		Total
		<i>D. albiventris</i>	<i>D. aurita</i>	
Real	<i>D. albiventris</i>	17 (100%)	0	17 (100%)
	<i>D. aurita</i>	2 (8%)	23 (92%)	25 (100%)
Acurácia				95%

**Tabela C.23** Resultado Regressão Logística (Modelo Completo) para sexo. (Grupo de referência: fêmea).

Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
Intercepto	-6,776	4,723	-1,435	0,151
Comp. L. D. Max.	2,434	0,561	4,339	< 0,001
Comp. L. PCan. Sup.	-2,761	0,581	-4,753	< 0,001
M. Comp. Cr.	-0,159	0,300	-0,529	0,597
Larg. IntZ.	0,365	0,161	2,276	0,023
Larg. Can.	0,462	0,412	1,122	0,262
Comp. Pal.	-0,021	0,077	-0,272	0,785
Comp. Cond.	-0,136	0,311	-0,437	0,662
Larg. C. Cr.	-0,132	0,157	-0,845	0,398
Larg. IntOrb.	0,184	0,326	0,564	0,573
Comp. Nas.	-0,166	0,160	-1,038	0,299
Comp. Mand.	0,032	0,082	0,394	0,694
Comp. L. PCan. Inf.	0,300	0,316	0,948	0,343

**Tabela C.24** Matriz de confusão de Regressão Logística (Modelo Completo) para sexo na amostra de teste.

		Predito		
Real	Fêmea	Fêmea	Macho	Total
	Macho	14 (64%)	8 (36%)	<b>22 (100%)</b>
		1 (5%)	20 (95%)	<b>21 (100%)</b>
<b>Acurácia</b>				<b>79%</b>

**Tabela C.25** Resultado Regressão Logística (Modelo Completo) para bioma. (Grupo de referência: Cerrado).

Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
Intercepto	-17,574	3,737	-4,703	< 0,001
Comp. L. D. Max.	-0,691	0,374	-1,850	0,064
Comp. L. PCan. Sup.	0,886	0,346	2,559	0,011
M. Comp. Cr.	0,251	0,141	1,776	0,076
Larg. IntZ.	-0,029	0,115	-0,250	0,802
Larg. Can.	-0,017	0,294	-0,057	0,955
Comp. Pal.	-0,084	0,212	-0,398	0,691
Comp. Cond.	-0,006	0,059	-0,104	0,917
Larg. C. Cr.	0,214	0,122	1,749	0,080
Larg. IntOrb.	-0,472	0,241	-1,956	0,051
Comp. Nas.	0,025	0,129	0,193	0,847
Comp. Mand.	-0,028	0,060	-0,475	0,635
Comp. L. PCan. Inf.	0,145	0,271	0,533	0,594

**Tabela C.26** Matriz de confusão de Regressão Logística (Modelo Completo) para bioma na amostra de teste.

		Predito		
Real	Cerrado	Cerrado	Mata Atlântica	Total
	Mata Atlântica	7 (50%)	7 (50%)	14 (100%)
		4 (14%)	24 (86%)	28 (100%)
Acurácia				74%

### Regressão Multinomial (Modelo Reduzido)

**Tabela C.27** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Reduzido) para espécie, sexo e bioma. (Grupo de referência: *D. albiventris* fêmea do Cerrado).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<b><i>D. albiventris</i> fêmea Mata Atlântica</b>	Intercepto	-20,325	10,586	-1,920	0,055
	Comp. L. D. Max.	-0,264	1,090	-0,242	0,808
	Comp. L. PCan. Sup.	1,298	1,027	1,264	0,206
	Larg. IntZ.	-0,397	0,318	-1,249	0,212
	Larg. Can.	-0,039	0,841	-0,047	0,963
	Comp. Pal.	-1,634	0,650	-2,514	0,012
	Comp. Cond.	1,429	0,481	2,972	0,003
	Larg. C. Cr.	0,205	0,273	0,750	0,453
	Comp. Mand.	-0,140	0,159	-0,885	0,376
	Larg. IntOrb.	-0,241	0,581	-0,416	0,678
	Comp. L. PCan. Inf.	-0,633	0,574	-1,103	0,270
<b><i>D. albiventris</i> macho Cerrado</b>	Intercepto	43,605	0,680	64,157	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	3,468	1,494	2,321	0,020
	Comp. L. PCan. Sup.	-4,322	1,464	-2,953	0,003
	Larg. IntZ.	1,005	0,495	2,031	0,042
	Larg. Can.	3,667	1,308	2,804	0,005
	Comp. Pal.	-1,444	0,790	-1,829	0,067
	Comp. Cond.	-0,524	0,601	-0,871	0,384
	Larg. C. Cr.	-0,687	0,320	-2,146	0,032
	Comp. Mand.	-0,322	0,190	-1,699	0,089
	Larg. IntOrb.	0,512	0,682	0,751	0,453
	Comp. L. PCan. Inf.	-0,019	0,748	-0,025	0,980

**Tabela C.27** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Reduzido) para espécie, sexo e bioma. (Grupo de referência: *D. albiventris* fêmea do Cerrado) (continuação).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. albiventris</i> macho Mata Atlântica	Intercepto	-14,926	1,691	-8,827	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	0,939	1,258	0,746	0,456
	Comp. L. PCan. Sup.	-0,662	1,284	-0,516	0,606
	Larg. IntZ.	0,662	0,449	1,473	0,141
	Larg. Can.	0,859	1,097	0,783	0,433
	Comp. Pal.	-1,701	0,674	-2,525	0,012
	Comp. Cond.	0,291	0,604	0,482	0,630
	Larg. C. Cr.	0,396	0,284	1,398	0,162
	Comp. Mand.	-0,045	0,282	-0,159	0,874
	Larg. IntOrb.	0,372	0,564	0,660	0,509
	Comp. L. PCan. Inf.	0,186	0,695	0,267	0,789
<i>D. aurita</i> fêmea Cerrado	Intercepto	-97,718	0,703	-138,977	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	-5,661	2,361	-2,398	0,016
	Comp. L. PCan. Sup.	6,810	2,524	2,698	0,007
	Larg. IntZ.	-0,538	0,702	-0,766	0,444
	Larg. Can.	-1,064	1,466	-0,726	0,468
	Comp. Pal.	-1,793	0,657	-2,728	0,006
	Comp. Cond.	-1,275	0,791	-1,612	0,107
	Larg. C. Cr.	1,345	0,766	1,755	0,079
	Comp. Mand.	2,521	0,834	3,021	0,003
	Larg. IntOrb.	3,721	1,877	1,983	0,047
	Comp. L. PCan. Inf.	1,731	1,422	1,217	0,223
<i>D. aurita</i> fêmea Mata Atlântica	Intercepto	-69,013	8,082	-8,539	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	-1,273	1,298	-0,980	0,327
	Comp. L. PCan. Sup.	1,570	1,208	1,300	0,194
	Larg. IntZ.	-0,069	0,366	-0,189	0,850
	Larg. Can.	0,879	1,103	0,797	0,425
	Comp. Pal.	-0,180	0,711	-0,252	0,801
	Comp. Cond.	-0,762	0,741	-1,028	0,304
	Larg. C. Cr.	0,827	0,284	2,910	0,004
	Comp. Mand.	0,909	0,620	1,466	0,143
	Larg. IntOrb.	-0,284	0,826	-0,344	0,731
	Comp. L. PCan. Inf.	1,619	0,786	2,061	0,039

**Tabela C.27** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Reduzido) para espécie, sexo e bioma. (Grupo de referência: *D. albiventris* fêmea do Cerrado). (continuação).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. aurita</i> macho Cerrado	Intercepto	-68,242	8,255	-8,267	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	2,358	1,472	1,602	0,109
	Comp. L. PCan. Sup.	-1,423	1,394	-1,021	0,307
	Larg. IntZ.	-0,095	0,419	-0,228	0,820
	Larg. Can.	0,080	1,281	0,063	0,950
	Comp. Pal.	-1,621	0,670	-2,420	0,016
	Comp. Cond.	-0,893	0,748	-1,194	0,232
	Larg. C. Cr.	1,404	0,403	3,486	0,000
	Comp. Mand.	1,139	0,668	1,707	0,088
	Larg. IntOrb.	1,865	1,078	1,730	0,084
	Comp. L. PCan. Inf.	1,372	0,906	1,513	0,130
<i>D. aurita</i> macho Mata Atlântica	Intercepto	-94,391	7,380	-12,791	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	0,858	1,363	0,629	0,529
	Comp. L. PCan. Sup.	0,219	1,226	0,178	0,858
	Larg. IntZ.	0,511	0,379	1,347	0,178
	Larg. Can.	1,476	1,150	1,284	0,199
	Comp. Pal.	-0,620	0,698	-0,890	0,374
	Comp. Cond.	-0,839	0,744	-1,127	0,260
	Larg. C. Cr.	0,518	0,304	1,705	0,088
	Comp. Mand.	0,885	0,624	1,419	0,156
	Larg. IntOrb.	-0,655	0,858	-0,764	0,445
	Comp. L. PCan. Inf.	1,479	0,833	1,775	0,076

**Tabela C.28** Matriz de confusão de Regressão Multinomial (Modelo Reduzido) para espécie, sexo e bioma na amostra de teste.

		Predito								Total
		<i>D. albiventris</i> F CE	<i>D. albiventris</i> F MA	<i>D. albiventris</i> M CE	<i>D. albiventris</i> M MA	<i>D. aurita</i> F CE	<i>D. aurita</i> F MA	<i>D. aurita</i> M CE	<i>D. aurita</i> M MA	
	<i>D. albiventris</i> F CE	2 (40%)	0	2 (40%)	0	0	1 (20%)	0	0	5 (100%)
	<i>D. albiventris</i> F MA	1 (25%)	1 (25%)	1 (25%)	0	0	1 (25%)	0	0	4 (100%)
	<i>D. albiventris</i> M CE	0	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	0	0	0	0	5 (100%)
Real	<i>D. albiventris</i> M MA	2 (67%)	0%	1 (33%)	0	0	0	0	0	3 (100%)
	<i>D. aurita</i> F CE	0	0	0	0	1 (100%)	0	0	0	1 (100%)
	<i>D. aurita</i> F MA	0	0	0	0	1 (9%)	10 (91%)	0	0	11 (100%)
	<i>D. aurita</i> M CE	0	0	0	0	0	1 (33%)	0	2 (67%)	3 (100%)
	<i>D. aurita</i> M MA	0	0	0	0	1 (10%)	0	0	9 (90%)	10 (100%)
Acurácia										60%



**Tabela C.29** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Reduzido) para espécie e bioma. (Grupo de referência: *D. albiventris* do Cerrado).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. albiventris</i> Mata Atlântica	Intercepto	-9,364	5,909	-1,585	0,113
	Comp. Pal.	-0,567	0,204	-2,782	0,005
	Larg. C. Cr.	0,182	0,168	1,082	0,279
	Comp. Mand.	0,335	0,120	2,794	0,005
	Comp. L. PCan. Inf.	0,348	0,231	1,507	0,132
<i>D. aurita</i> Cerrado	Intercepto	-71,277	4,030	-17,689	< 0,001
	Comp. Pal.	-0,693	0,258	-2,683	0,007
	Larg. C. Cr.	0,924	0,273	3,385	0,001
	Comp. Mand.	0,279	0,187	1,496	0,135
	Comp. L. PCan. Inf.	1,963	0,261	7,526	< 0,001
<i>D. aurita</i> Mata Atlântica	Intercepto	-71,096	4,322	-16,449	< 0,001
	Comp. Pal.	-0,318	0,252	-1,261	0,207
	Larg. C. Cr.	0,799	0,231	3,455	0,001
	Comp. Mand.	0,062	0,182	0,340	0,734
	Comp. L. PCan. Inf.	1,946	0,251	7,754	< 0,001

**Tabela C.30** Matriz de confusão de Regressão Multinomial (Modelo Reduzido) para espécie e bioma na amostra de teste.

		Predito				
		<i>D. albiventris</i> CE	<i>D. albiventris</i> MA	<i>D. aurita</i> CE	<i>D. aurita</i> MA	Total
Real	<i>D. albiventris</i> CE	9 (90%)	1 (10%)	0	0	10 (100%)
	<i>D. albiventris</i> MA	6 (86%)	1 (14%)	0	0	7 (100%)
	<i>D. aurita</i> CE	0	0	0	4 (100%)	4 (100%)
	<i>D. aurita</i> MA	1 (5%)	0	0	20 (95%)	21 (100%)
Acurácia						71%

**Tabela C.31** Resultado Regressão Multinomial (Modelo Reduzido) para espécie e sexo. (Grupo de referência: *D. albiventris* fêmea).

Grupo	Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
<i>D. albiventris</i> macho	Intercepto	-1,916	9,349	-0,205	0,838
	Comp. L. D. Max.	2,419	0,905	2,671	0,008
	Comp. L. PCan. Sup.	-2,863	1,051	-2,723	0,006
	Larg. IntZ.	0,985	0,288	3,423	0,001
	Comp. Cond.	-0,658	0,217	-3,027	0,002
	Larg. C. Cr.	0,050	0,227	0,22	0,824
	Comp. L. PCan. Inf.	0,343	0,491	0,699	0,485
<i>D. aurita</i> fêmea	Intercepto	-56,279	6,291	-8,945	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	-0,610	1,122	-0,543	0,587
	Comp. L. PCan. Sup.	0,910	1,095	0,831	0,406
	Larg. IntZ.	0,538	0,308	1,745	0,081
	Comp. Cond.	-0,498	0,262	-1,901	0,057
	Larg. C. Cr.	0,774	0,239	3,235	0,001
	Comp. L. PCan. Inf.	1,523	0,509	2,993	0,003
<i>D. aurita</i> macho	Intercepto	-69,915	5,330	-13,117	< 0,001
	Comp. L. D. Max.	2,135	1,154	1,851	0,064
	Comp. L. PCan. Sup.	-1892	1,076	-1,759	0,079
	Larg. IntZ.	0,874	0,301	2,901	0,004
	Comp. Cond.	-0,657	0,251	-2,619	0,009
	Larg. C. Cr.	0,635	0,242	2,621	0,009
	Comp. L. PCan. Inf.	1,535	0,563	2,727	0,006

**Tabela C.32** Matriz de confusão de Regressão Multinomial (Modelo Reduzido) para espécie e sexo na amostra de teste.

		Predito			
		<i>D. albiventris</i> F	<i>D. albiventris</i> M	<i>D. aurita</i> F	<i>D. aurita</i> M
Real	<i>D. albiventris</i> F	9 (100%)	0	0	0
	<i>D. albiventris</i> M	2 (25%)	6 (75%)	0	0
	<i>D. aurita</i> F	1 (8%)	0	10 (77%)	2 (15%)
	<i>D. aurita</i> M	0	0	2 (15%)	11 (85%)
Acurácia					84%

## Regressão Logística

**Tabela C.33** Resultado Regressão Logística (Modelo Reduzido) para espécie. (Grupo de referência: *D. albiventris*).

Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
Intercepto	-61,855	13,232	-4,674	< 0,001
Larg. C. Cr.	0,481	0,235	2,043	0,041
Comp. L. PCan. Inf.	1,499	0,291	5,148	< 0,001

**Tabela C.34** Matriz de confusão de Regressão Logística (Modelo Reduzido) para espécie na amostra de teste.

Real		Predito		Total
		<i>D. albiventris</i>	<i>D. aurita</i>	
	<i>D. albiventris</i>	17 (100%)	0	17 (100%)
	<i>D. aurita</i>	0	25 (100%)	25 (100%)
Acurácia				100%

**Tabela C.35** Resultado Regressão Logística (Modelo Reduzido) para sexo. (Grupo de referência: fêmea).

Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
Intercepto	-5,694	2,953	-1,928	0,054
Comp. L. D. Max.	2,669	0,509	5,239	< 0,001
Comp. L. PCan. Sup.	-2,845	0,531	-5,363	< 0,001
M. Comp. Cr.	-0,284	0,101	-2,817	0,005
Larg. IntZ.	0,458	0,139	3,300	0,001

**Tabela C.36** Matriz de confusão de Regressão Logística (Modelo Reduzido) para sexo na amostra de teste.

Real		Predito		Total
		Fêmea	Macho	
	Fêmea	17 (77%)	5 (23%)	22 (100%)
	Macho	2 (10%)	19 (90%)	21 (100%)
Acurácia				84%

**Tabela C.37** Resultado Regressão Logística (Modelo Reduzido) para bioma. (Grupo de referência: Cerrado).

Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Valor Z	Valor-p
Intercepto	-14,807	2,540	-5,829	< 0,001
Comp. L. D. Max.	-0,597	0,293	-2,036	0,042
Comp. L. PCan. Sup.	0,889	0,297	2,988	0,003
M. Comp. Cr.	0,202	0,065	3,102	0,002
Larg. IntOrb.	-0,466	0,205	-2,267	0,023

**Tabela C.38** Matriz de confusão de Regressão Logística (Modelo Reduzido) para bioma na amostra de teste.

		Predito		
		Cerrado	Mata Atlântica	Total
Real	Cerrado	7 (50%)	7 (50%)	14 (100%)
	Mata Atlântica	7 (25%)	21 (75%)	28 (100%)
		Acurácia		67%

## Redes Neurais

**Tabela C.39** Matriz de confusão de Rede Neural para espécie, sexo e bioma na amostra de teste.

		Predito								Total
		<i>D. albiventris</i> F CE	<i>D. albiventris</i> F MA	<i>D. albiventris</i> M CE	<i>D. albiventris</i> M MA	<i>D. aurita</i> F CE	<i>D. aurita</i> F MA	<i>D. aurita</i> M CE	<i>D. aurita</i> M MA	
Real	<i>D. albiventris</i> F CE	3 (60%)	0	1 (20%)	1 (20%)	0	0	0	0	5 (100%)
	<i>D. albiventris</i> F MA	3 (75%)	1 (25%)	0	0	0	0	0	0	4 (100%)
	<i>D. albiventris</i> M CE	1 (20%)	0	3 (60%)	1 (20%)	0	0	0	0	5 (100%)
	<i>D. albiventris</i> M MA	2 (67%)	0	0	1 (33%)	0	0	0	0	3 (100%)
	<i>D. aurita</i> F CE	0	0	0	0	0	1 (100%)	0	0	1 (100%)
	<i>D. aurita</i> F MA	0	1 (9%)	0	0	0	8 (73%)	0	2 (18%)	11 (100%)
	<i>D. aurita</i> M CE	0	0	0	0	0	1 (33%)	0	2 (67%)	3 (100%)
	<i>D. aurita</i> M MA	0	0	0	0	0	2 (20%)	0	8 (80%)	10 (100%)
<b>Acurácia</b>										<b>57%</b>

**Tabela C.40** Matriz de confusão de Rede Neural para espécie e bioma na amostra de teste.

		Predito				
		<i>D. albiventris</i> CE	<i>D. albiventris</i> MA	<i>D. aurita</i> CE	<i>D. aurita</i> MA	Total
Real	<i>D. albiventris</i> CE	7 (70%)	3 (30%)	0	0	10 (100%)
	<i>D. albiventris</i> MA	3 (43%)	4 (57%)	0	0	7 (100%)
	<i>D. aurita</i> CE	0	0	1 (25%)	3 (75%)	4 (100%)
	<i>D. aurita</i> MA	0	0	1 (5%)	20 (95%)	21 (100%)
Acurácia						76%

**Tabela C.41** Matriz de confusão de Rede Neural para espécie e sexo na amostra de teste.

		Predito				
		<i>D. albiventris</i> F	<i>D. albiventris</i> M	<i>D. aurita</i> F	<i>D. aurita</i> M	Total
Real	<i>D. albiventris</i> F	8 (89%)	1 (11%)	0	0	9 (100%)
	<i>D. albiventris</i> M	2 (25%)	6 (75%)	0	0	8 (100%)
	<i>D. aurita</i> F	1 (8%)	0	10 (77%)	2 (15%)	13 (100%)
	<i>D. aurita</i> M	0	0	2 (15%)	11 (85%)	13 (100%)
Acurácia						81%

**Tabela C.42** Matriz de confusão de Rede Neural para espécie na amostra de teste.

		Predito		Total
		<i>D. albiventris</i>	<i>D. aurita</i>	
Real	<i>D. albiventris</i>	17 (100%)	0	17 (100%)
	<i>D. aurita</i>	0	25 (100%)	25 (100%)
Acurácia				100%

**Tabela C.43** Matriz de confusão de Rede Neural para sexo na amostra de teste.

		Predito		Total
		Fêmea	Macho	
Real	Fêmea	19 (86%)	3 (14%)	22 (100%)
	Macho	7 (33%)	14 (67%)	21 (100%)
Acurácia				77%

**Tabela C.44** Matriz de confusão de Rede Neural para bioma na amostra de teste.

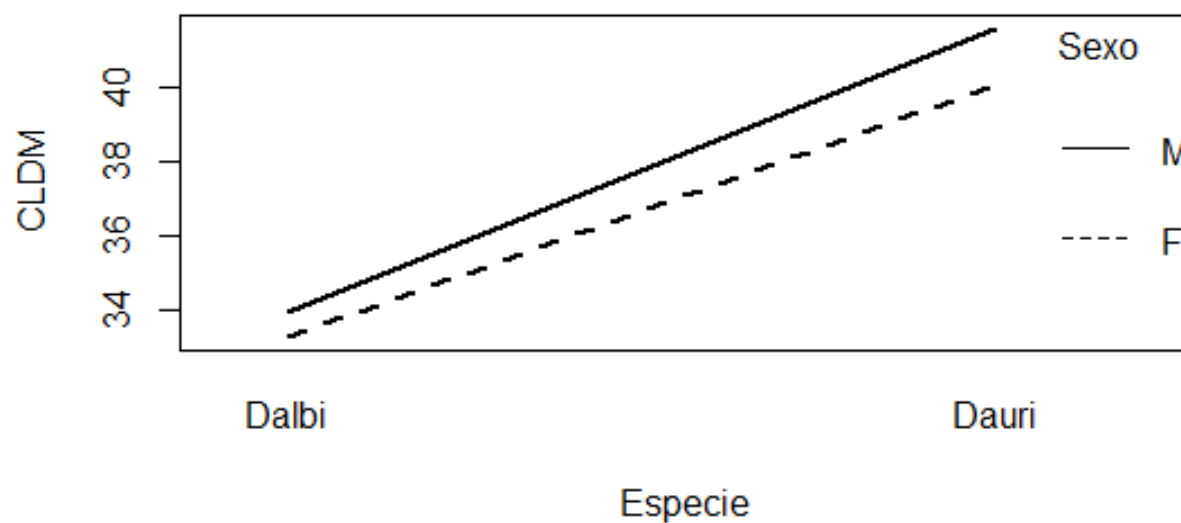
Real		Predito		
		Cerrado	Mata Atlântica	Total
	Cerrado	4 (29%)	10 (71%)	<b>14 (100%)</b>
	Mata Atlântica	4 (14%)	24 (86%)	<b>28 (100%)</b>
<b>Acurácia</b>				<b>67%</b>

**Tabela C.45** Acurácia dos modelos para todas as combinações de fatores avaliados.

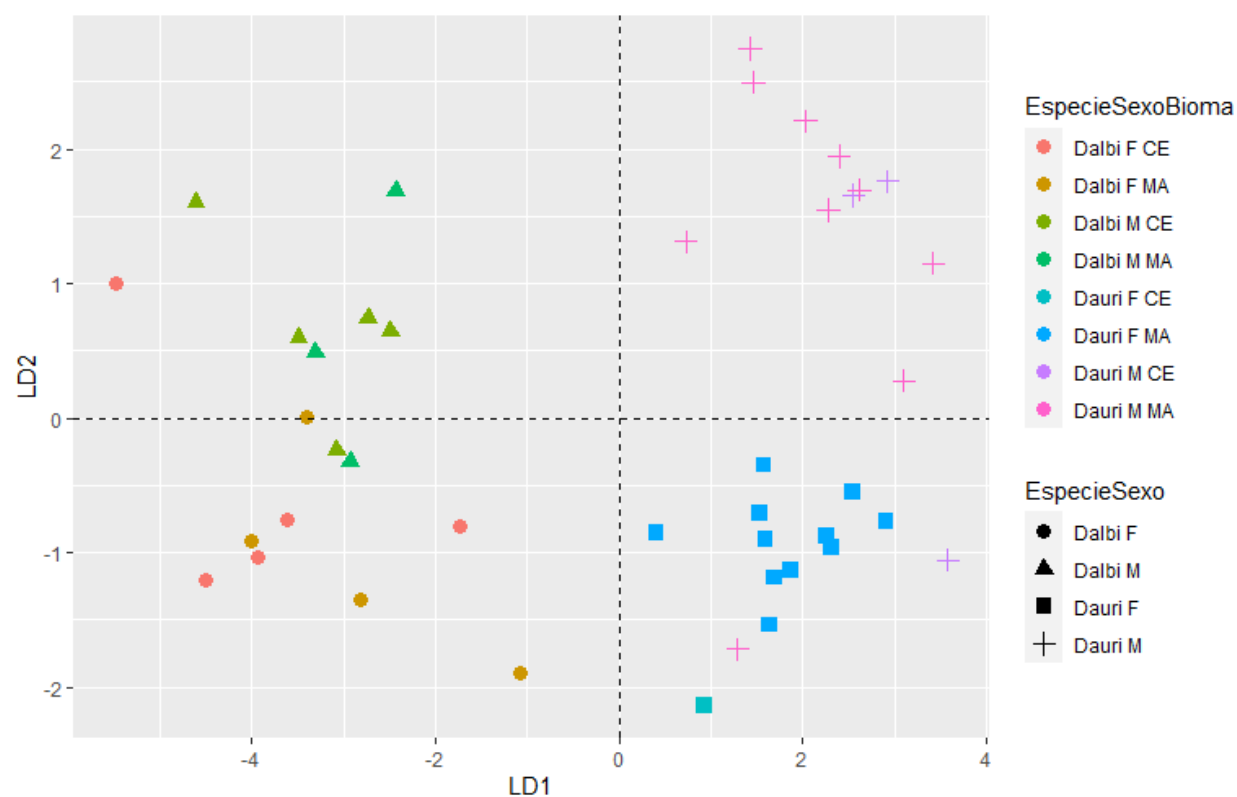
Combinação (Grupos)	Modelo (Acurácia no Teste)			
	LDA	Regressão	Regressão	Rede Neural
		Multinomial/Logística Completa	Multinomial/Logística Reduzida	
<b>Espécie, Sexo e Bioma</b>	67%	59%	60%	57%
<b>Espécie e Bioma</b>	81%	81%	71%	76%
<b>Espécie e Sexo</b>	86%	84%	84%	81%
<b>Espécie</b>	100%	95%	100%	100%
<b>Sexo</b>	84%	79%	84%	77%
<b>Bioma</b>	69%	74%	67%	67%

# **APÊNDICE D: Figuras das análises inferenciais**

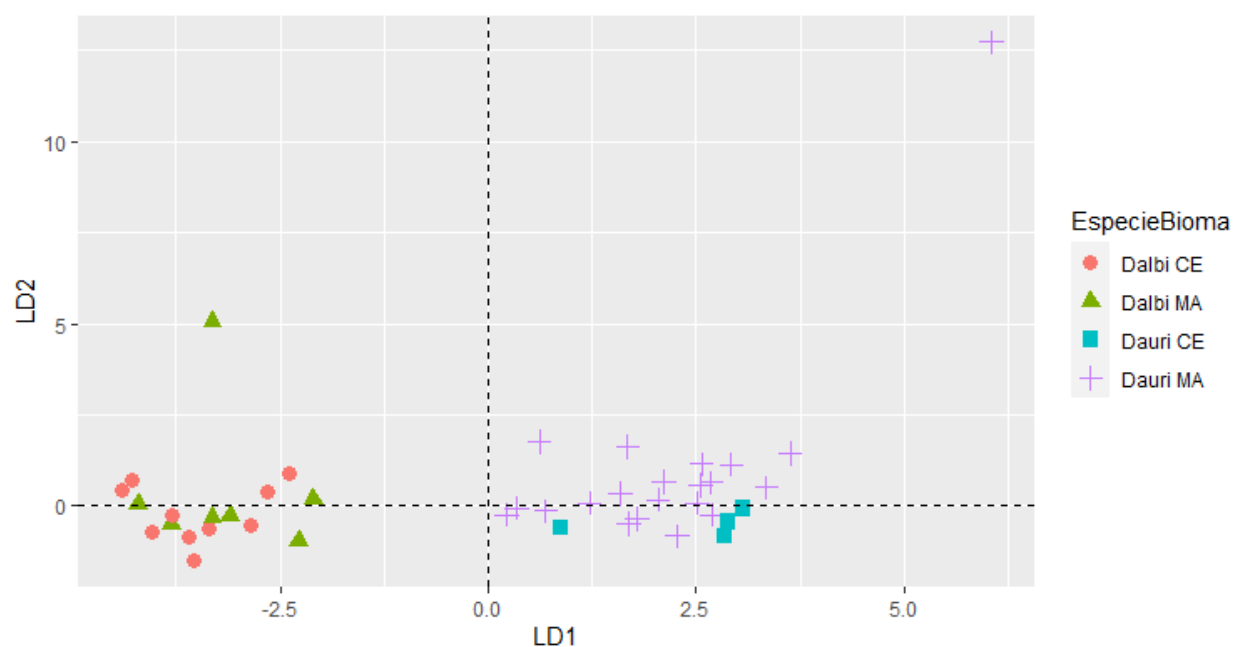




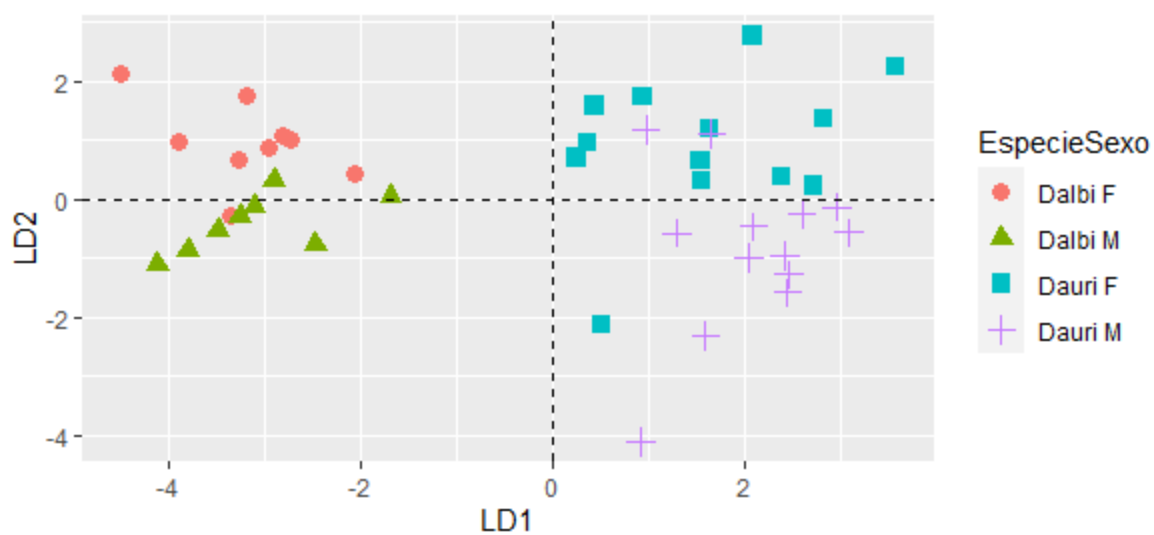
**Figura D.1** Gráfico de Interação entre espécie e sexo para a medida craniana comprimento da linha dentária do maxilar



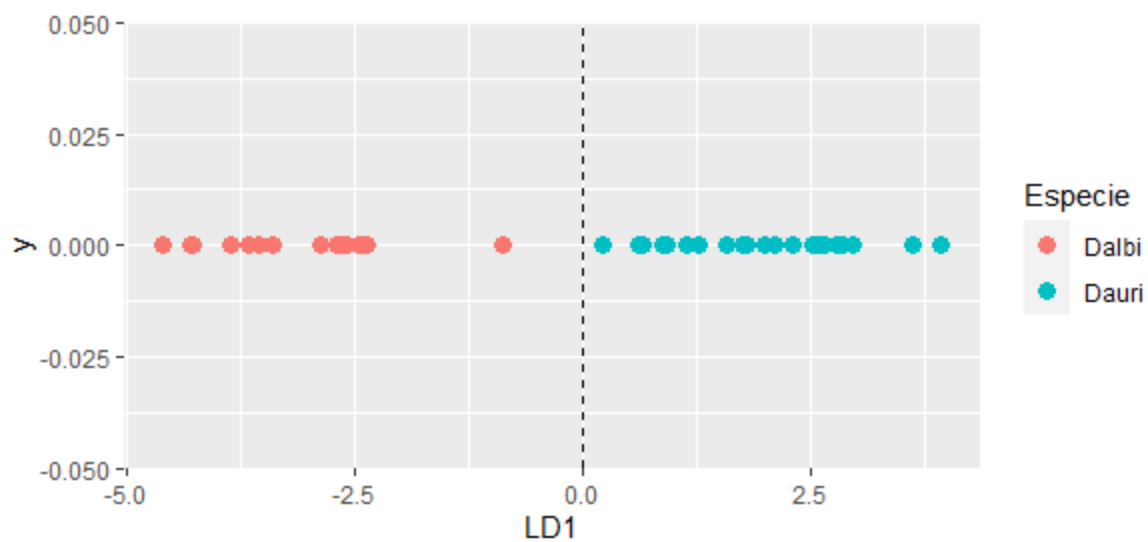
**Figura D.2** Gráfico da primeira e segunda função discriminante linear na separação de espécie, sexo e bioma na amostra de teste.



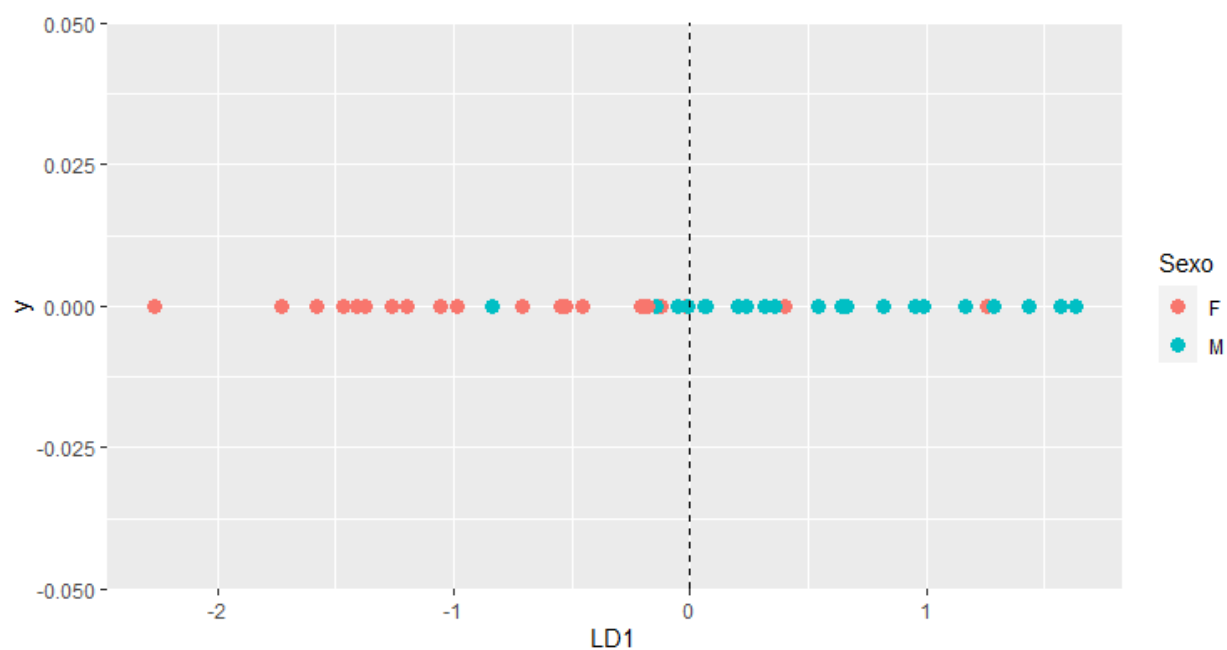
**Figura D.3** Gráfico da primeira e segunda função discriminante linear na separação de espécie e bioma na amostra de teste.



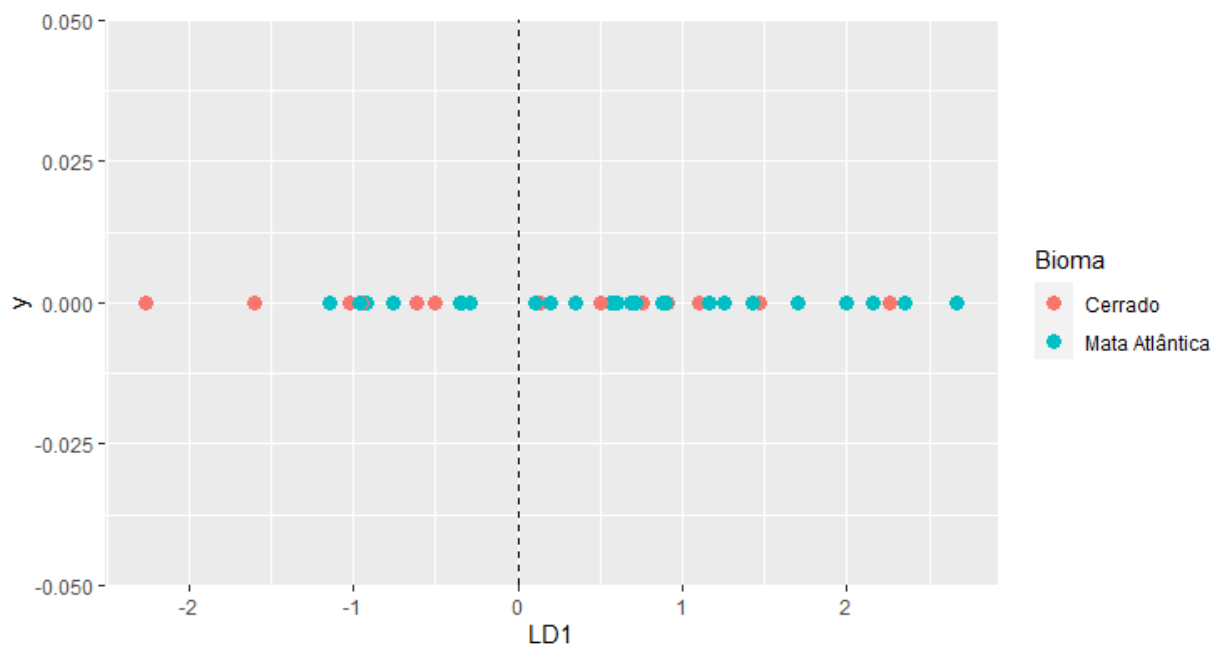
**Figura D.4** Gráfico da primeira e segunda função discriminante linear na separação de espécie e sexo na amostra de teste.



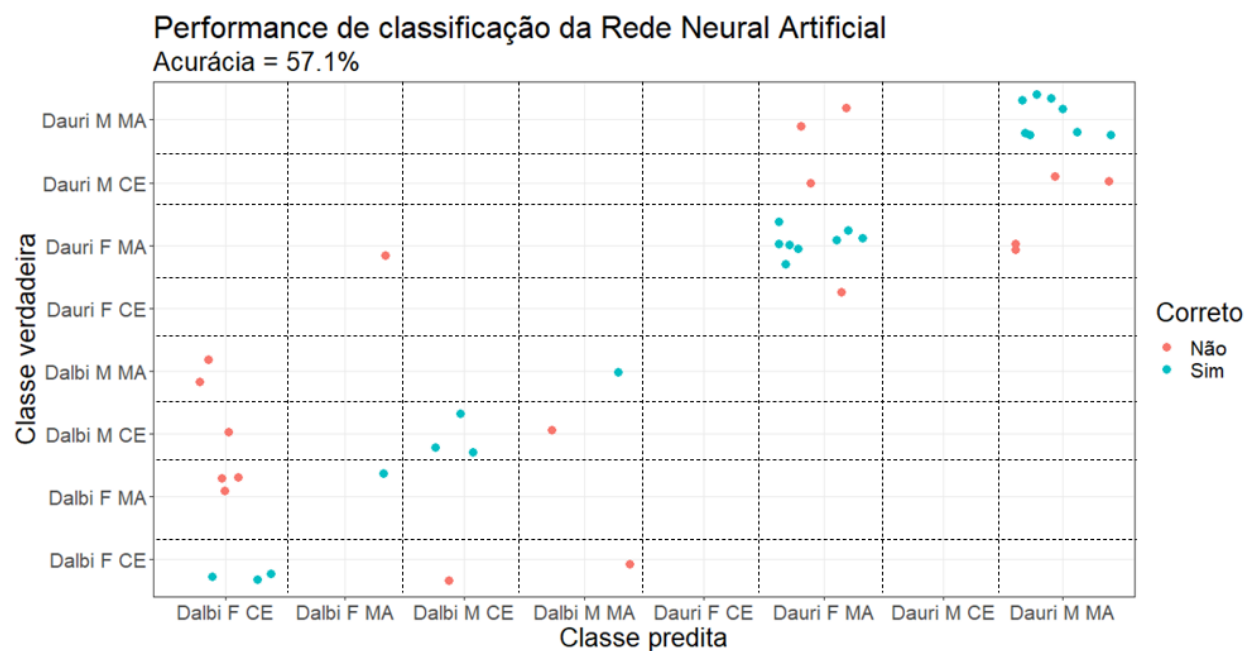
**Figura D.5** Gráfico da primeira função discriminante linear na separação de espécie na amostra de teste.



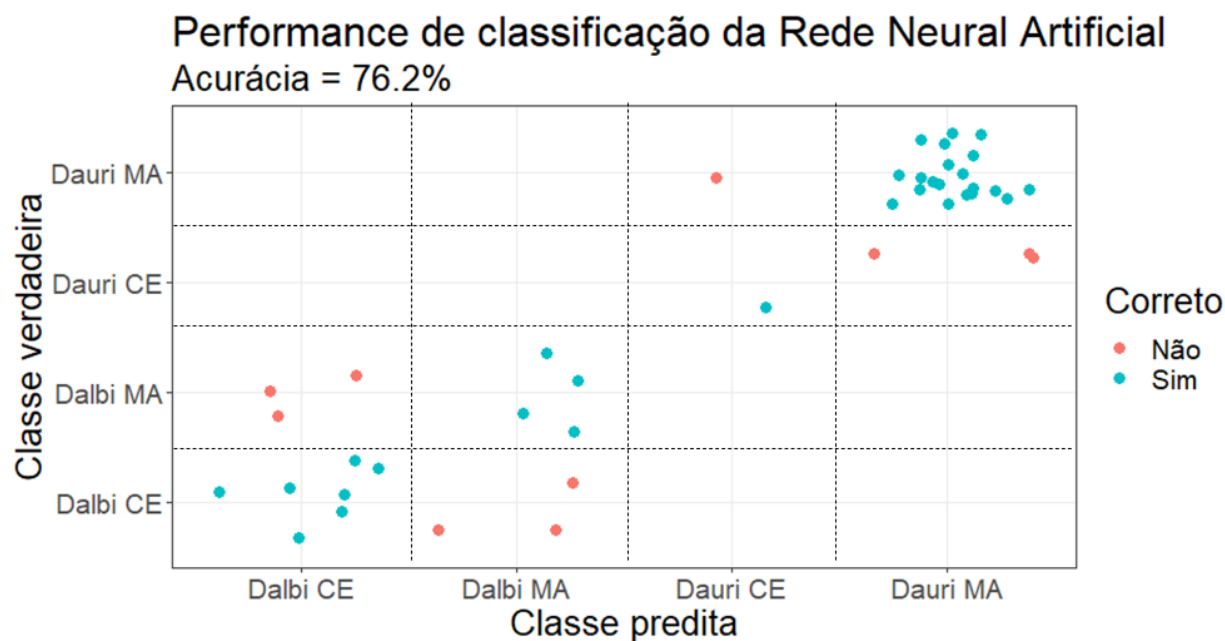
**Figura D.6** Gráfico da primeira função discriminante linear na separação de sexo na amostra de teste.



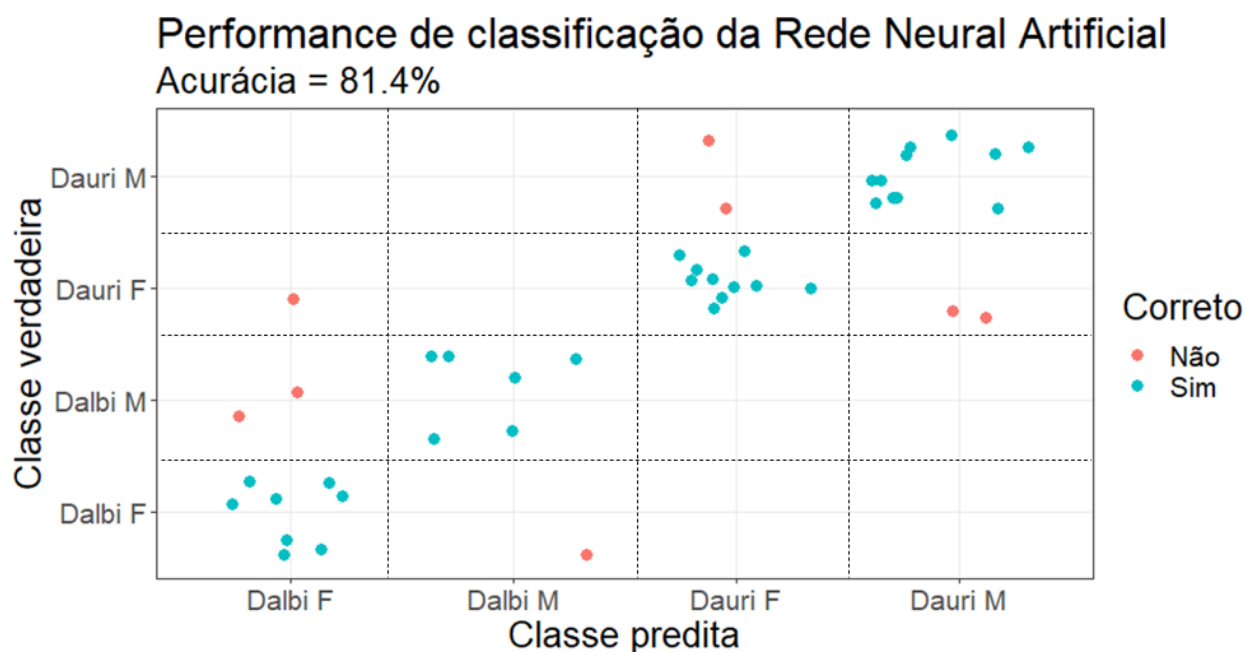
**Figura D.7** Gráfico da primeira função discriminante linear na separação de bioma na amostra de teste.



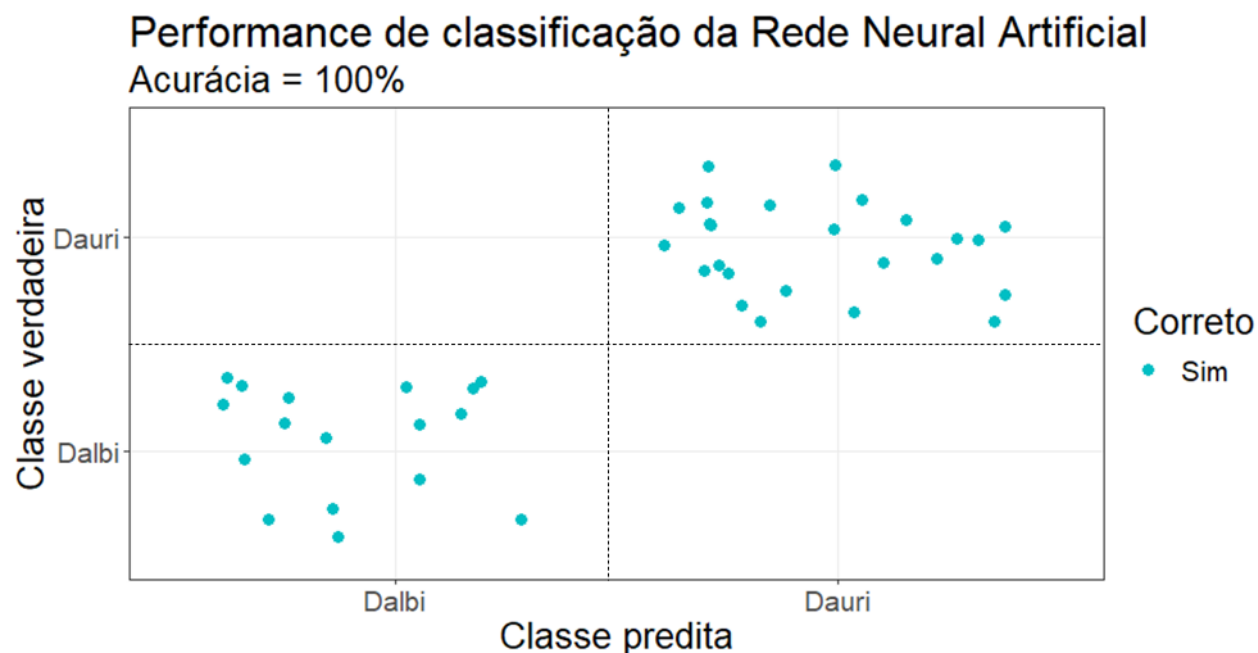
**Figura D.8** Gráfico de acertos da Rede Neural para espécie, sexo e bioma na amostra de teste.



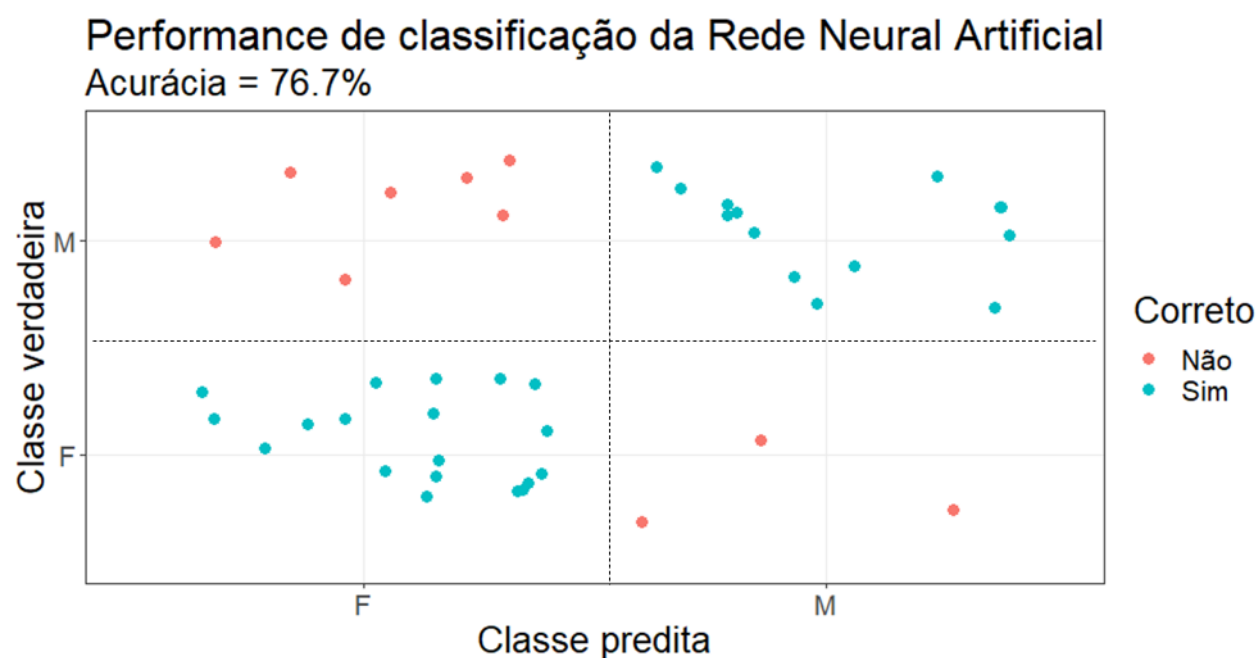
**Figura D.9** Gráfico de acertos teste para espécie e bioma na amostra de teste.



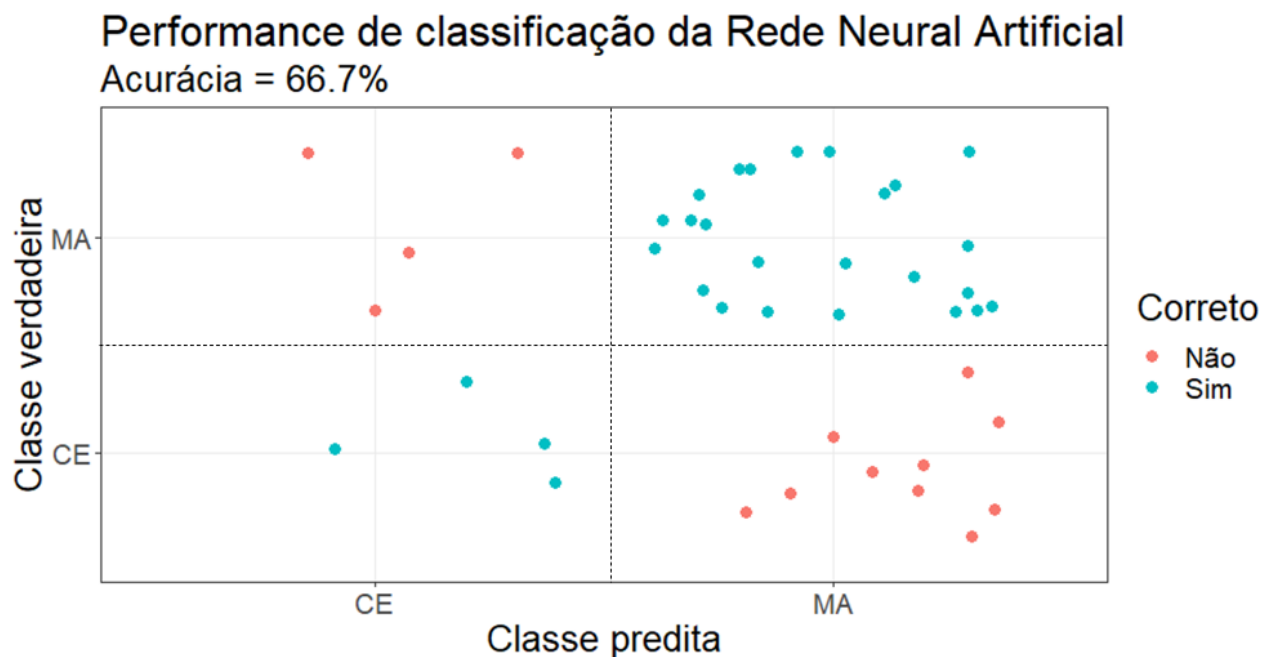
**Figura D.10** Gráfico de acertos teste da Rede Neural para espécie e sexo na amostra de teste.



**Figura D.11** Gráfico de acertos da Rede Neural para espécie na amostra de teste.



**Figura D.12** Gráfico de acertos da Rede Neural para sexo na amostra de teste.



**Figura D.13** Gráfico da acertos da Rede Neural para bioma na amostra de teste.