

ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA
BIODIVERSIDADE MESTRADO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

ARTHUR ALEXANDRE CAPELLI DOS SANTOS

**REVISÃO TAXONÔMICA DE *Astyanax eigenmanniorum* (COPE, 1894) COM
BASE EM CARACTERES MORFOLÓGICOS (OSTARIOPHYSI:
CHARACIFORMES: CHARACIDAE)**

Porto Alegre, 2020

PÓS-GRADUAÇÃO - STRICTO SENSU



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA
BIODIVERSIDADE**

**REVISÃO TAXONÔMICA DE *Astyanax eigenmanniorum* (COPE, 1894) COM
BASE EM CARACTERES MORFOLÓGICOS (OSTARIOPHYSI:
CHARACIFORMES: CHARACIDAE)**

Arthur Alexandre Capelli dos Santos

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
Av. Ipiranga 6681 - Caixa Postal 1429
Fone: (051) 3320-3500
CEP 90619-900 Porto Alegre – RS
Brasil
2020**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

**REVISÃO TAXONÔMICA DE *Astyanax eigenmanniorum* (COPE, 1894)
COM BASE EM CARACTERES MORFOLÓGICOS (OSTARIOPHYSI:
CHARACIFORMES: CHARACIDAE)**

Dissertação apresentada como requisito
para a obtenção do grau de Mestre pelo
Programa de Pós-Graduação de
Ecologia e Evolução da Biodiversidade
da Escola de Ciências da Saúde da
Pontifícia Universidade Católica do Rio

Arthur Alexandre Capelli dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Santos de Lucena

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Porto Alegre – RS – Brasil

2020

ARTHUR ALEXANDRE CAPELLI DOS SANTOS

**REVISÃO TAXONÔMICA DE *Astyanax eigenmanniorum* (COPE, 1894)
COM BASE EM CARACTERES MORFOLÓGICOS (OSTARIOPHYSI:
CHARACIFORMES: CHARACIDAE)**

Dissertação apresentada como requisito
para a obtenção do grau de Mestre pelo
Programa de Pós-Graduação de
Ecologia e Evolução da Biodiversidade
da Escola de Ciências da Saúde da
Pontifícia Universidade Católica do Rio

Aprovado em: _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Roberto Esser dos Reis – PUCRS

Prof. Dr. Fernando Camargo Jerep – UEL

Dr. Vinícius de Araújo Bertaco – FZB

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Characiformes.....	8
1.2. Família Characidae	9
1.3. Gênero <i>Astyanax</i>	9
1.4. Histórico de <i>Astyanax eigenmanniorum</i>	11
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1. Área de estudo.....	13
2.2. Contagens e Medidas	15
2.2.1. Contagens.....	15
2.2.2. Morfometria tradicional.....	15
2.3. Morfometria geométrica	17
3. RESULTADOS.....	22
3.1. Análise das contagens.....	22
3.2. Medidas tradicionais	27
3.2.1. Análise dos Componentes Principais (ACP)	35
3.2.2. Análise Discriminante.....	42
3.3. Morfometria Geométrica	54
3.3.1. Variações de tamanho	54
3.3.2. Variações na forma	61
3.3.3. Distância entre as formas.....	84
3.3.4. MANOVA.....	87
3.3.5. Variações entre as formas consenso	89
3.4. Redescrição.....	93
4. DISCUSSÃO	102
5. REFERÊNCIAS.....	107

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, que sempre esteve presente para fornecer toda ajuda quando necessário. Saber que tenho vocês ao lado, com certeza fez com que meu trajeto até aqui fosse mais tranquilo. Muito obrigado por serem meu porto-seguro.

Agradeço ao meu orientador Carlos Alberto Santos de Lucena por ser uma fonte de calma e paciência, bem como por todos ensinamentos ao longo desses anos. Com certeza és um exemplo de profissional e pessoa para todos com os quais trabalha.

Aos meus amigos que fiz durante o curso de graduação, muito obrigado por todo apoio, risadas e histórias que levarei comigo pelo resto da vida, e tenho certeza de que muitas outras ainda virão. You guys are LEGEN.... Wait for it.... DARY!!! *"Não importa o que você faça na vida. Não vai ser lendário, a menos que os seus amigos estejam lá para ver."*

Aos meus amigos e colegas de laboratório, tanto na Fundação Zoobotânica (FZB) quanto no MCP. Agradeço por todas conversas, opiniões e conhecimentos compartilhados entre uma risada e outra. Tenho certeza de que vão sentir falta das minhas piadas e trocadilhos, assim como eu sentirei da companhia de vocês.

Agradeço também ao colega de futebol e "pseudo co-orientador" Charles por todo auxílio na parte estatística, com certeza fostes uma luz no início, meio e fim do R.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pelo apoio financeiro, o qual tornou possível o desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

Astyanax eigenmanniorum (Cope, 1894) foi originalmente descrita para o Rio Grande do Sul sem localidade-tipo definida. Posteriormente, a espécie foi restrita para o sistema da laguna dos Patos, porém nenhum estudo mais aprofundado propondo uma diagnose foi publicada desde sua descrição original. O presente estudo teve por objetivo analisar a variação entre as diferentes populações de *Astyanax eigenmanniorum* considerando sua distribuição geográfica, baseado em caracteres morfológicos, através de análises morfométricas e merísticas e do padrão de colorido buscando assim detectar possíveis linhagens distintas. Para isto, três áreas localizadas no sul do Brasil e Uruguai foram escolhidas por apresentarem algum grau de endemismo em peixes. São elas: sistema do rio Tramandaí (A1), sistema da Laguna dos Patos (A2) e sistema do médio/baixo rio Uruguai (A3). Nas análises morfométricas foram usadas contagens e medidas tradicionais, e morfometria geométrica. Ao todo, foram analisados 705 exemplares depositados nas coleções de peixes do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (MCP), Museu de Ciências Naturais, Porto Alegre (MCN), Universidad de la Republica, Montevideo (ZVCP), Universidade Estadual de Maringá, Maringá (UEM), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto (UNESP), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (UFRGS) e Universidade São Paulo, Ribeirão Preto (LIRP). Foram realizadas 19 medidas corporais e da cabeça com o auxílio de um paquímetro digital, 14 contagens sob o estereomicroscópio com luz incidente e 40 indivíduos diafanizados para a realização de 18 contagens, especialmente quanto ao número de dentes e cúspides, vértebras e supraneurais. Para as análises de morfometria geométrica, os exemplares foram fotografados e realizou-se a marcação de 11 pontos homólogos ao longo do corpo para verificar as possíveis variações de tamanho centroide e forma. As populações foram, inicialmente, examinadas separadamente considerando a presença ou ausência de ganchos nas nadadeiras anal e ventral, e da 2ª mancha umeral. Após confirmar a uniformidade dos resultados dentro de cada área, os dados e as análises foram conduzidos entre as diferentes áreas. Analisou-se os dados de medidas e contagens com os softwares DATAX for Windows versão 1.01 e o programa PAST (*Paleontological Statistics*, versão 3.12) foi utilizado para a Análise dos Componentes Principais e da Função Discriminante, visando representar graficamente os grupos formados. Para a morfometria geométrica, as análises e gráficos foram elaborados nos softwares MorphoJ versão 1.06 e R software versão 3.6.1. Os resultados mostraram relativa variação morfológica entre as áreas geograficamente mais distantes, sem, no entanto, uma sustentação suficiente para afirmar-se que são espécies distintas. O intervalo de variação dos dados merísticos, morfométricos e do padrão de colorido da espécie em relação ao que se conhece atualmente é expandido. Em consequência, *Astyanax eigenmanniorum* é aqui redescrita. Fica perceptível, pelos resultados alcançados, a capacidade de adaptação de *A. eigenmanniorum* a diferentes ambientes, assim como a sua plasticidade fenotípica.

Palavras-chave: Peixes, morfometria, Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

Taxonomic review of *Astyanax eigenmanniorum* (Cope, 1894) based in morphological characters (Ostariophysi: Characiformes: Characidae)

Astyanax eigenmanniorum (Cope, 1894) was originally described from Rio Grande do Sul State without a precise type locality. Later, the species was restricted to the Laguna dos Patos system, however no further study on the diagnosis was published since the original description. The aim of this study was to analyze the variation between different populations of *Astyanax eigenmanniorum* considering its geographical distribution, based on morphological characters through morphometric and meristic analyses and color pattern of individuals seeking to detect possible distinct lineages. For this purpose, three areas in southern Brazil and Uruguay were selected, because of its endemism level of fish fauna. They are: Tramandaí river system (A1), Laguna dos Patos system (A2), and middle/lower Uruguay river system (A3). Morphometric analyses comprised the traditional measurements and counts, and geometric morphometry. The analyses included 705 specimens examined, deposited in the fish collections of the Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (MCP), Museu de Ciências Naturais, Porto Alegre (MCN), Universidad de la Republica, Montevideo (ZVCP), Universidade Estadual de Maringá, Maringá (UEM), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto (UNESP), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (UFRGS) e Universidade São Paulo, Ribeirão Preto, (LIRP). Nineteen measurements of body and head were taken using digital calliper, 14 counts under a stereomicroscope with incident light and 40 cleared and stained individuals were used for the 18 counts, particularly those regarding the number of teeth and cusps, vertebrae and supraneurals. For the geometric morphometry analysis, the specimens were photographed and 11 homologous points on the body were defined to verify possible variations in centroid size and shape. The populations were firstly examined separately considering the presence or absence of hooks on the anal and ventral fins, and the 2nd humeral spot. By confirming the uniformity of results within each area, the data and analyses were conducted between the different areas. Measurement and counts were analyzed with DATAX for Windows software version 1.01, and PAST program (Paleontological Statistics, version 3.12) was used for Principal Components Analysis and the Discriminant Function, aiming to graphically represent the groups formed. The geometric morphometry analyses and graphs were performed in MorphoJ version 1.06 and R version 3.6.1. The results showed some morphological variation between the areas more distant geographically, but without sufficient support to confirm them as a distinct species. The variation range of meristic and morphometric data, and color pattern for the species in relation to what is currently known is expanded. As a result, *Astyanax eigenmanniorum* is herein redescribed. It is noticeable, by the results achieved, the capacity of adaptation of *A. eigenmanniorum* to different environments, as well as its phenotypic plasticity.

Keywords: Fishes, morphometry, Rio Grande do Sul.

1. INTRODUÇÃO

Os peixes constituem o mais numeroso e diversificado grupo dos vertebrados tendo 79 ordens com aproximadamente 35.000 espécies (Eschmeyer et al., 2020). Apresentam uma enorme diversidade quanto à morfologia, biologia e habitats ocupados. Com mais de 4.000 espécies válidas descritas, a região Neotropical concentra a maioria desta diversidade (Reis et al., 2003; Graça & Pavanelli, 2007), porém este número é subestimado e pode chegar a mais de 8.000 espécies para esta região (Reis, 2016). A ictiofauna de água doce Neotropical é, portanto, a mais rica de todo o mundo. Considerando todas as espécies encontradas, aproximadamente 37% são Siluriformes, 33% Characiformes, 9% Cichlidae, 8% Cyprinodontiformes, 3% Gymnotiformes e 7% de outras ordens menores (Reis et al. 2003).

1.1. Characiformes

Possuindo cerca de 2.300 espécies distribuídas em 24 famílias, a ordem Characiformes é considerada monofilética e está distribuída desde o sul dos Estados Unidos passando pela América Central até o sul da América do Sul e no continente africano, tendo sua maior diversidade concentrada na região Neotropical e cerca de 200 espécies ocorrendo na África (Fink & Fink, 1981, 1996; Albert et al., 2011; Oliveira et al., 2011; Nelson et al., 2016; Eschmeyer & Fong, 2020). Os integrantes dessa ordem habitam uma grande variedade de ecossistemas, ocorrendo desde os rios e córregos dos Andes até remansos lênticos das planícies de inundação nas Américas e África (Oliveira et al., 2011), com registros de espécies que habitam em cavernas [p. ex. *Astyanax mexicanus* (De Filippi, 1853)]. Dentro dessa ordem, os integrantes também podem variar de tamanho desde espécies miniaturas que atingem no máximo 15mm de comprimento total (p. ex. *Priocharax nanus* Toledo-Piza, Mattox & Britz, 2014), até espécies de porte médio a grande com até 1,4m de comprimento total como o peixe-tigre africano *Hydrocynus goliath* Boulenger, 1898 (Oliveira et al., 2011; Nelson et al., 2016). Dentro de Characiformes, a família com maior número de espécies é Characidae.

1.2. Família Characidae

Characidae, compreende mais de 1.100 espécies válidas e um dos táxons com maior número de descrições de novas espécies, sendo quase 200 descrições nos últimos 10 anos (Oliveira et al., 2011; Eschmeyer et al., 2020). Mesmo sendo animais de pequeno porte (a maioria atingindo no máximo 8cm de comprimento padrão) e, por isso, possuindo capacidade de deslocamento restrita dentro de grandes bacias hidrográficas (Castro, 1999), os indivíduos pertencentes a essa família ocorrem em praticamente todos os ambientes de água doce da região Neotropical (Mirande, 2018). Os seus representantes são popularmente conhecidos como lambari, piquira, piaba e matupiri (Buckup, 1999). A grande variedade de espécies, de formas e distribuição geográfica encontradas nessa família tem dificultado a classificação e o estabelecimento de relações filogenéticas. Os caracídeos são conhecidos por englobarem grupos complexos e em consequência alguns gêneros não são considerados monofiléticos mesmo com os significativos esforços envolvendo análises morfológicas e moleculares (Malabarba & Weitzman, 2003; Calcagnotto et al., 2005; Oliveira et al., 2011). Recentemente Mirande (2018), propôs o monofiletismo de Characidae, com quatro clados principais: nova subfamília Spintherobolinae; Stethaprioninae com quatro tribos, Grundulini, Gymnocharacini, Rhoadsiini e Stethaprionini; Stevardiinae; e o clado composto por Aphyocharacinae, Characinae, Cheirodontinae, Exodontinae e Tetragonopterinae. Entretanto, ainda são necessários estudos mais aprofundados para a resolução do polifiletismo em alguns gêneros de Characidae.

1.3. Gênero *Astyanax*

Astyanax Baird & Girard, 1854 representa um dos grupos mais ricos e amplamente distribuídos de Characidae (Garavello & Sampaio, 2010), compreendendo mais de 150 espécies válidas distribuídas nas Américas desde o Texas, Estados Unidos até a porção central da Argentina (Lucena & Soares, 2016). Popularmente são conhecidos por lambaris ou piabas e seu comprimento

padrão geralmente não ultrapassa 12 cm de comprimento padrão (Malabarba et al., 2013).

Astyanax não representa um grupo monofilético de acordo com estudos filogenéticos recentes, com suas espécies distribuídas em vários clados dentro da tribo Gymnocharacini e Grundulini na subfamília Stethaprioninae (Mirande, 2018). Nesta filogenia, *Astyanax eigenmanniorum* posiciona-se em um dos clados de Gymnocharacini junto com "*Hyphessobrycon*" *anisitsi* e outras espécies de *Astyanax* que ocorrem em drenagens do noroeste da Argentina (rios Bermejo, Juramento e Sali). Considerando somente o Sistema da laguna do Patos, localidade-tipo de *A. eigenmanniorum*, e drenagens circunvizinhas (sistema do rio Tramandaí e bacia do rio Uruguai), são reconhecidas atualmente 20 espécies (Lucena et al., 2017): *A. aramburui* Protogino, Miquelarena & López, 2006; *A. bagual* Bertaco & Vigo, 2015; *A. brachypterygium* Bertaco & Malabarba, 2001; *A. cremnobates* Bertaco & Malabarba, 2001; *A. douradilho* Bertaco, 2014; *A. dissensus* Lucena & Thofehrn, 2013; *A. eigenmanniorum* (Cope, 1894); *A. henseli* Melo & Buckup, 2006; *A. lacustris* (Luetken, 1875); *A. laticeps* (Cope, 1894); *A. obscurus* (Hensel, 1870); *A. ojara* Azpelicueta & Garcia, 2000; *A. paris* Azpelicueta, Almirón & Casciotta, 2002; *A. pirabitira* Lucena & Bertaco, 2013; *A. procerus* Lucena, Castro & Bertaco, 2013; *A. saguazu* Casciotta, Almirón & Azpelicueta, 2003; *A. stenohalinus* Messner, 1962, *Astyanax* sp. aff. *fasciatus*, sensu Melo and Buckup (2006); *A. taurorum* Lucena, Zaluski & Lucena, 2017 e *A. xiru*, Lucena, Castro & Bertaco, 2013. O gênero é reconhecido tradicionalmente por um conjunto de caracteres proposto por Eigenmann (1921, 1927) como nadadeira adiposa presente, duas fileiras de dentes no pré-maxilar sendo cinco dentes na fileira interna, linha lateral completa e ausência de escamas nos lobos da nadadeira caudal. No entanto, todos esses caracteres são compartilhados por outros gêneros dentro de Characidae, mostrando que uma definição do gênero *Astyanax* é necessária (Mirande et al., 2004, 2006, 2007; Marinho & Lima, 2009).

1.4. Histórico de *Astyanax eigenmanniorum*

Tetragonopterus eigenmanniorum Cope, 1894 foi descrita há mais de um século a partir de seis exemplares coletados sem localidade definida no estado do Rio Grande do Sul. Segundo Cope (1894) trata-se de “A species of rhombic form, differing from those above described in the smaller number of anal radii, and fewer scales of the lateral line. Depth entering length without caudal fin two and a half times; length of head in the same 3.4 times. Eye large, longer than muzzle, entering head three times, and equal interorbital width. Scales 7/32/6. Radii, D. 11; A. 23. Ventral commencing a little anterior to first dorsal ray, not reaching anal. Pectoral reaching ventral. Profile of head very slightly concave. Dorsal and ventral profiles subsequently arched. Color silvery, with a whiter silvery lateral band. No humeral nor distinct caudal spot. Middle caudal rays dusky. Total length, 67 mm.; length to base of caudal fin, 53 mm.; length to base of anal, 35 mm.; length to base of ventral (oblique), 26 mm.; length of head, 15 mm. But one specimen presents exactly the typical characters of this species, but five others probably belong to it. They have a few more scales of the lateral line, as 33-4, and one has 36. They have a basal caudal spot, and four of them show traces of the humeral spot, and have a steel-blue reflection, as in the *T. jacuhsiensis*. The small number of the anal rays, 23-4, distinguishes it from the latter, where there are always 27-8; and the form is more elongate.” Mais tarde, a espécie foi transferida para o gênero *Astyanax* por Eigenmann (1910) e em 1989, Malabarba restringiu a localidade-tipo para o sistema da laguna dos Patos com base nos registros históricos das expedições exploratórias do século XIX (Malabarba, 1989:129). À medida que novas espécies eram descritas, *A. eigenmanniorum* foi tendo sua ocorrência ampliada para as bacias dos rios Paraná (Neris, 2010), Uruguai (Bertaco, 2016), Tramandaí (Malabarba, 2013) e Paraguai (Neris, 2010). Contudo, estudos taxonômicos recentes mostram que algumas menções à *A. eigenmanniorum* na verdade correspondiam a espécies distintas, que foi caso, p.ex., de *A. bockmani* Vari & Castro, 2007 descrita para a drenagem do alto rio Paraná. Digno de registro, também, é a ocorrência de “afim” (aff.) ou “a conferir” (cf.) em identificações referentes a *A. eigenmanniorum*. Neste caso, Térán et al. (2017) ao descreverem *A. powelli* do Rio Sucuma, drenagem do rio Las Tunas, Argentina, identificam outra espécie da região como

A. cf. eigenmanniorum. Além destes casos, diversas espécies têm sido descritas para as drenagens do rio Uruguai e Paraná com caracteres, especialmente merísticos, semelhantes aos de *A. eigenmanniorum* (p. ex. *Astyanax puka* Mirande, Aguilera & Azpelicueta, 2007; *A. chico* Casciotta & Almirón, 2004; *A. endy* Mirande Aguilera & Azpelicueta, 2006; *A. hermosus* Miquelarena, Protogino & López, 2005; *A. ita* Almirón, Azpelicueta & Casciotta, 2002; *A. leonidas* Azpelicueta, Casciotta & Almirón, 2002; *A. ojiara* Azpelicueta & Garcia, 2000; *A. paris* Azpelicueta, Almirón & Casciotta, 2002; *A. pynandi* Casciotta, Almirón, Bechara, Roux & Ruíz Díaz, 2003; *A. troya* Azpelicueta, Casciotta & Almirón, 2002; *A. tumbayaensis* Miquelarena & Menni, 2005), indicando que a distribuição real da espécie pode ser mais restrita. A espécie já foi alvo de trabalhos a respeito de seus aspectos ecológicos (p. ex. Barla et al., 1988; Vilella et al., 2002) porém nada foi feito para delimitar sua definição e real distribuição geográfica.

Considerando a problemática taxonômica e sistemática no gênero *Astyanax*, e em especial em *Astyanax eigenmanniorum*, o objetivo deste trabalho é diagnosticar de forma efetiva a espécie e estabelecer sua distribuição geográfica. Associado a isto, são feitos comentários sobre a variação morfológica encontrada e citações de ocorrências não validadas ou a serem checadas no futuro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos foram realizadas análises de morfometria tradicional e morfometria geométrica e comparadas as populações nos aspectos do colorido e morfológico.

Um total de 705 exemplares de *Astyanax eigenmanniorum* foram analisados (Tabela 1), além de material comparativo incluindo outras espécies de *Astyanax* (veja Material Comparativo), todos pertencentes às seguintes instituições: Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (MCP), Museu de Ciências Naturais, Porto

Alegre (MCN), Universidad de la Republica, Montevideo (ZVCP), Universidade Estadual de Maringá, Maringá (UEM), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto (UNESP), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (UFRGS) e Universidade São Paulo, Ribeirão Preto, (LIRP).

2.1. Área de estudo

Para efeitos de análise, as drenagens de ocorrência comprovada da espécie (identificações previamente confirmadas) foram consideradas separadamente compondo três grandes áreas: bacia do rio Tramandaí (A1), sistema da laguna dos Patos (localidade-tipo, A2) e médio e baixo rio Uruguai (A3) (Figura 1). A delimitação das áreas corresponde as três principais drenagens do sul do Brasil, além de cada uma delas, apresentarem algum grau de endemismo em peixes segundo recentes revisões ou descrições (p. ex. *Astyanax douradillo* Bertaco, 2014, restrita a bacia do rio Tramandaí; *Hisonotus laevior* Cope, 1894, do sistema laguna dos Patos; *Gymnogeophagus pseudolabiatus* Malabarba, Malabarba & Reis, 2015, do médio e baixo rio Uruguai). Devido aos poucos exemplares examinados de outras drenagens para onde há registros da espécie, p.ex. baixo rio Paraná e rio Paraguai, estas foram tratadas separadamente. Sistema da Laguna dos Patos e do rio Tramandaí seguem as definições de Malabarba (1989) e Malabarba & Isaia (1992), respectivamente. O limite entre médio e alto rio Uruguai foi o proposto por Di Persia & Neiff (1986).

As populações de cada uma das três áreas foram inicialmente examinadas levando em consideração os sexos em separado. A presença de ganchos na nadadeira anal é um caráter presente em diversos gêneros de Characidae e é característica de exemplares machos que passaram pelo primeiro período reprodutivo. Exemplares antes deste período e fêmeas não apresentam o caráter (p. ex. Lampert et al., 2004, 2007; Gonçalves et al., 2005). Casos de reabsorção dos ganchos são registrados na literatura (Garutti, 1990; Dala-Corte & Fialho, 2014), mas são raros. O outro caráter considerado nas análises foi em relação a presença/ausência da segunda mancha umeral. Estes dois caracteres foram analisados associados e em separado investigando

prováveis relações com o tamanho e os locais de ocorrência dos exemplares. Somente após as comparações internas em cada área, foi iniciada a segunda fase, quando as mesmas foram comparadas entre si.

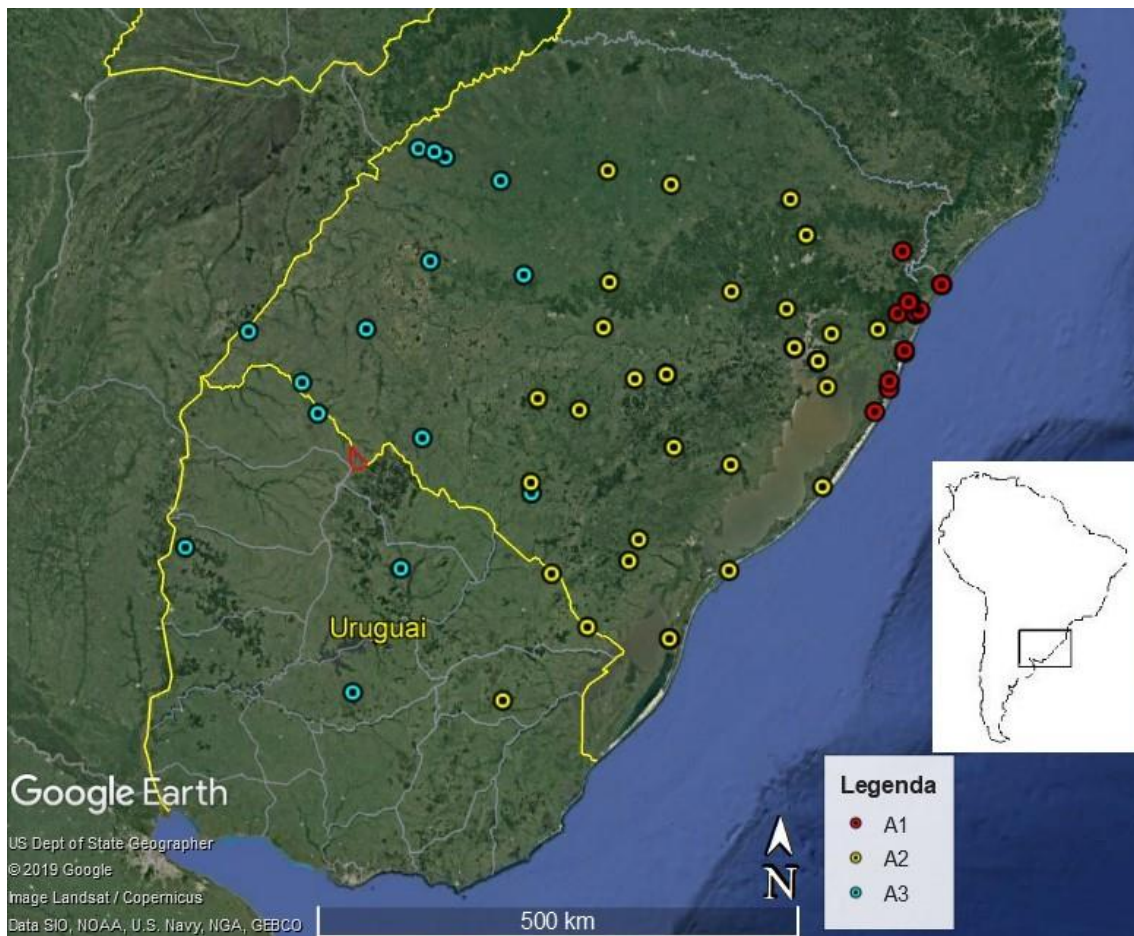


Figura 1: Distribuição geográfica do material examinado. A1, bacia do rio Tramandaí; A2, sistema laguna dos Patos; A3, médio-baixo Uruguai. Pontos podem representar mais de um lote.

Tabela 1: Distribuição dos exemplares nas três populações analisadas.

ÁREA	C/ ganchos	S/ ganchos	TOTAL	C/ mancha	S/ mancha	TOTAL
A1	56	142	198	186	12	198
A2	83	241	324	310	14	324
A3	40	143	183	162	21	183
TOTAL	179	526	705	658	47	705

2.2. Contagens e Medidas

As contagens e medidas foram feitas de acordo Fink & Weitzman (1974), Bertaco & Lucena (2006) e conforme os recentes trabalhos publicados de Lucena et al. (2013), Malabarba et al. (2013) e Bertaco (2014). Sempre que possível as contagens em estruturas ósseas pares (rastros braquiais, dentes no dentário, maxilar e pré-maxilar) e do número de escamas, foram feitas no lado esquerdo do exemplar.

2.2.1. Contagens

As contagens de raios das nadadeiras, escamas, rastros branquiais, dentes da série externa do pré-maxilar e dentes do maxilar foram feitas com auxílio de um estereomicroscópio com luz incidente. Contagem de vértebras, dentes do dentário e da série interna do pré-maxilar, cúspides e supraneurais foram realizadas em espécimes diafanizados e corados (d&c) preparados de acordo com Taylor & van Dyke (1985). As medidas e as contagens tradicionais foram analisadas utilizando os softwares *DATAx for Windows* versão 1.01. Gráficos com as respectivas relações morfológicas foram elaborados através do programa Microsoft Excel 2016 e *PAST (Paleontological Statistics, versão 3.12)*.

2.2.2. Morfometria tradicional

Para elaboração das tabelas de medidas tradicionais, as seguintes medidas foram expressas em porcentagem do comprimento padrão (CP): altura do corpo, distância pré-dorsal, pré-peitoral, pré-anal, pré-pélvica, comprimento da nadadeira dorsal, nadadeira peitoral, nadadeira pélvica, base nadadeira anal, altura e comprimento do pedúnculo caudal, e comprimento da cabeça. As medidas realizadas na região cefálica, foram expressas em porcentagem do comprimento da cabeça (CC): comprimento do focinho, largura interorbital, diâmetro horizontal do olho e comprimento da maxila superior. Todas as medidas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital (precisão de 0,1 mm) no lado esquerdo dos espécimes sempre que possível.

Visando eliminar efeitos da variação de tamanho entre os espécimes para a Análise dos Componentes Principais (ACP) e Discriminante (AD), as medidas brutas foram ajustadas de acordo com Aitchinson (1986). A ACP foi utilizada para verificar os principais padrões de variação na forma dos indivíduos e os possíveis agrupamentos indicados e a AD foi utilizada para avaliar as diferenças entre os grupos definidos *a priori*, ressaltando as diferenças entre eles. A AD também gera uma matriz de validação cruzada que indica a porcentagem de classificação correta para cada grupo, utilizando o método *Jackknife*. Para as análises de ACP e AD com base nas medidas, alguns exemplares foram retirados pois ocupavam valores muito discrepantes do grupo geral na ACP, resultando em deformações no gráfico e dificultando a visualização e interpretação do mesmo, esses espécimes foram analisados a parte.

Foi utilizado o programa PAST (versão 3.12) para a realização da ACP e da AD. Os exemplares foram comparados conforme a seguinte sequência: com relação a presença e ausência de ganchos na nadadeira anal dentro de cada área (CG x SG); presença e ausência de segunda mancha umeral dentro de cada área (CM x SM); presença e ausência de ganchos sem considerar a divisão de áreas (Total CG x Total SG); presença e ausência de segunda mancha umeral sem considerar a divisão de áreas (Total CM x Total SM); entre as áreas dentro dos grupos CG, SG, CM e SM separadamente; e entre as áreas (Figura 2).

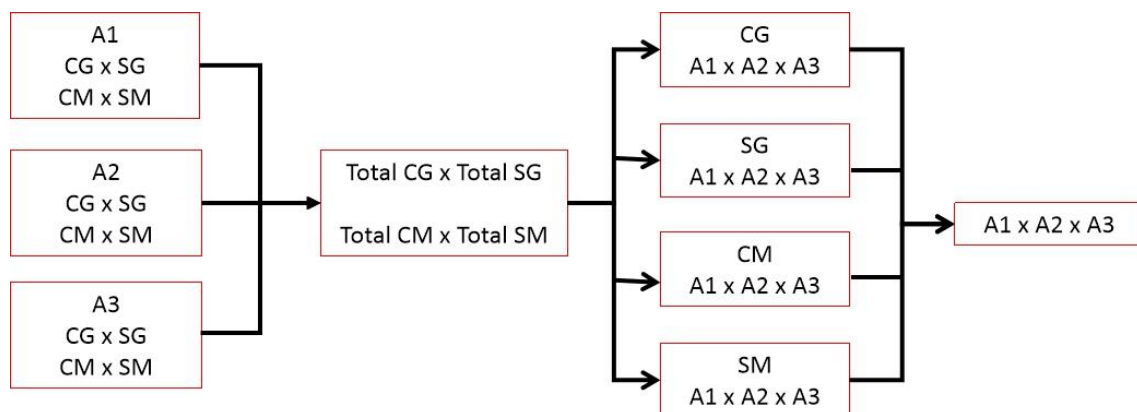


Figura 2: Sequência das comparações realizadas.

2.3. Morfometria geométrica

Existe uma complexa interação entre genótipo, fenótipo e o ambiente em que uma população se encontra. Alguns trabalhos demonstram alterações fenotípicas em diferentes populações de uma mesma espécie quando amostradas em diferentes locais como, por exemplo, ambientes lóticos e lênticos (Haas et al. 2010; Franssen, 2011, Cureton & Broughton, 2014). Sendo assim, a variação na biodiversidade pode ser mal avaliada se for baseada em apenas uma abordagem. Para isso, métodos utilizando morfometria geométrica são amplamente detalhados na literatura (Sidlauskas et al. 2006; Sidlauskas, 2008; Klingenberg & Marugan-Lobón, 2013; Monteiro, 2013), para sua utilização juntamente com outras metodologias de identificação de espécies.

Em relação a morfometria tradicional, a morfometria geométrica é mais eficiente em capturar a informação relacionada à forma dos organismos e apresenta uma maior robustez estatística já que ela é realizada a partir de um conjunto de pontos cartesianos, por vezes denominados “*landmarks*” ou “marcos anatômicos”, que normalmente são baseados em pontos homólogos dos organismos, podendo ser representados em duas ou três dimensões. Os marcos anatômicos podem ter três tipos de classificação, de acordo com seu grau de confiabilidade quanto a homologia dos pontos: Pontos do tipo 1 possuem homologia altamente confiável, sendo formados pela intersecção de tecidos (p. ex. a intersecção do primeiro raio da nadadeira dorsal de um peixe, com o seu dorso); Pontos do tipo 2 possuem homologia medianamente confiável, sendo definidos por formações geométricas locais, como a extremidade de um processo (p. ex. a ponta do focinho ou a extremidade anterior do olho); Pontos do tipo 3 possuem homologia de baixa confiabilidade, são dependentes de outros pontos ou medidas adjacentes (p. ex. o ponto na região mais alta do dorso do peixe) (Aguirre & Jiménez-Prado, 2018). Adicionalmente, a morfometria geométrica também permite a reconstrução das variações de forma inferidas estatisticamente o que é de extrema importância na visualização das diferenças na forma, permitindo a identificação do local da variação, como e em que magnitude ela ocorre (Rohlf & Marcus, 1993; Fornel, 2005; Fornel & Estrela, 2012).

Os marcos anatômicos (MA) utilizados para as análises de morfometria geométrica dos exemplares foram selecionados seguindo o trabalho de Pavanelli (2009), com a adição de dois novos: ponto medial na base da nadadeira caudal e base do primeiro raio não ramificado da nadadeira anal (Tabela 2). As linhas entre os MA foram utilizadas para elaboração do gráfico do tipo “*wireframe*”, permitindo uma melhor visualização das diferenças morfológicas entre as populações das áreas analisadas (Figura 3, Tabela 2).

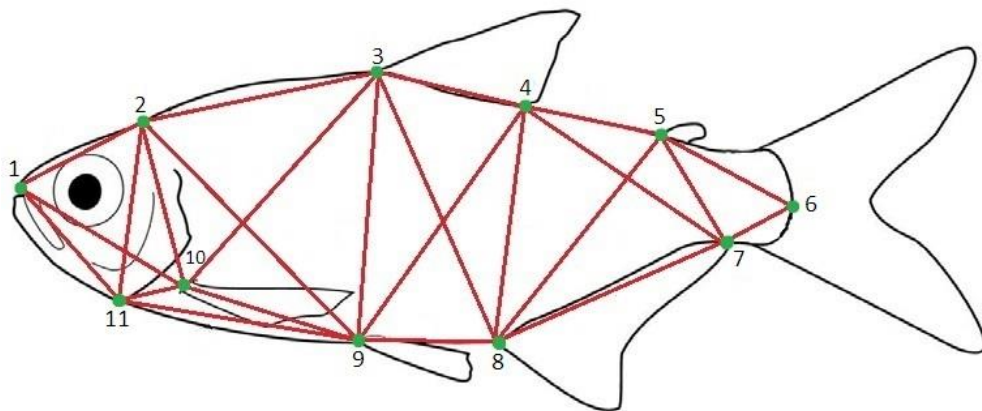


Figura 3: Configuração dos marcos anatômicos, representado por números, e as respectivas linhas para representação gráfica.

Tabela 2: Lista dos marcos anatômicos utilizados para as análises de morfometria geométrica e sua respectiva descrição. O número entre parênteses indica tipo de ponto de acordo com sua homologia.

Marcos Anatômicos	Descrição
1	Ponta do focinho (2)
2	Extremidade do processo supraoccipital (3)
3	Base do primeiro raio da nadadeira dorsal (1)
4	Base do último raio da nadadeira dorsal (1)
5	Ponto anterior da base da nadadeira adiposa (1)
6	Ponto medial da base nadadeira caudal (2)
7	Base do último raio da nadadeira anal (1)
8	Base do primeiro raio não ramificado da nadadeira anal (1)
9	Base do raio mais externo da nadadeira pélvica (1)
10	Base do raio superior da nadadeira peitoral (1)
11	Istmo (1)

As imagens foram feitas do lado esquerdo do exemplar e este fixado sobre papel milimetrado. Para a captura das imagens foi utilizada máquina fotográfica modelo Nikon D7100 acoplada na estativa e mantendo o suporte da máquina na mesma altura (46cm) (Figura 3) a fim de evitar distorção entre imagens. O software tpsUtil versão 1.76 (Rohlf, 2008) foi utilizado para conversão e ordenação das imagens digitalizadas em um mesmo arquivo no formato TPS. Posteriormente, foi utilizado o software tpsDig versão 2.31 (Rohlf, 2006) para registrar os marcos anatômicos em cada imagem digitalizada.

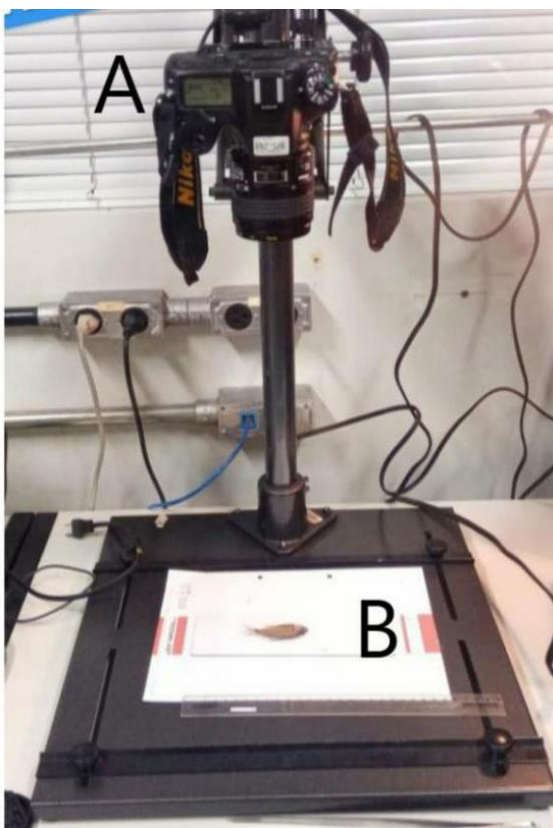


Figura 4: Aparato utilizado para a morfometria: máquina fotográfica Nikon 7100 (A) e o espécime fixado sobre papel milimetrado (B).

Para as análises de morfometria geométrica foram utilizados pacotes do software R versão 3.6.1 (www.R-project.org/) (Tabela 3) e o software MorphoJ versão 1.06 (Klingenberg, 2011). O tamanho geométrico de cada espécime foi estimado pelo tamanho do centroide, que é definido como a raiz quadrada da soma das distâncias ao quadrado entre cada marco anatômico e o centroide ou centro de gravidade da forma (Bookstein 1991). Inicialmente as configurações dos marcos anatômicos foram submetidas a uma Análise Generalizada de

Procrustes (AGP). A AGP é um procedimento que elimina a variação de forma nos espécimes relacionada a diferenças na sua localização, rotação e tamanho entre as diferentes imagens, de modo que as variações que restarem, são aquelas relacionadas apenas com as diferenças entre as formas (Aguirre & Jiménez-Prado, 2018), ele consiste basicamente em três etapas. Na primeira etapa as configurações são superimpostas, eliminando dessa forma, o efeito da posição. Posteriormente, o tamanho do centroide de cada configuração é escalonado igualmente, eliminando assim o efeito do tamanho. E, por último, as configurações são rotacionadas para minimizar a distância entre os marcos anatômicos correspondentes, retirando dessa maneira o efeito da orientação (Bookstein, 1982; Adams et al., 2004).

Tabela 3: Nome do pacote utilizado para as análises de morfometria geométrica e seu(s) respectivo(s) autor(es).

PACOTE	AUTOR(ES)
ape	Paradis & Schliep, 2018
geomorph	Collyer & Adams, 2018
MASS	Venables & Ripley, 2002
mclust	Scrucca et al., 2016
Morpho	Schlager, 2017
Rvcg	Schlager, 2017
RVAideMemoire	Hervé, 2019
stats	R Core Team, 2019
vegan	Oksanen et al., 2019

Para comparar as variações de forma entre as populações sem interferência do tamanho corporal dos espécimes, eliminando os efeitos de alometria, utilizou-se uma correção alométrica de acordo com os procedimentos propostos por Alencar et al. (2014) e Macedo (2017), realizando uma regressão multivariada colocando as coordenadas de Procrustes de cada organismo como variável dependente e o log do tamanho do centroide do respectivo exemplar, indicando o tamanho do mesmo, como variável preditora. Os resíduos dessa regressão foram utilizados para as análises estatísticas posteriores.

Para as variações de tamanho médio do centroide foram utilizadas as análises de ANOVA (Análise de Variância), Teste-T e Teste Tukey. A ANOVA foi

utilizada inicialmente para verificar em quais comparativos estariam as diferenças significativas, posteriormente foram utilizados os testes T e Tukey a fim de identificar dentro desses comparativos com resultados significativos, os grupos que mais diferem entre si.

A ACP, AD e Análise de Variáveis Canônicas (AVC) foram utilizadas para avaliar diferenças e variação da forma dos exemplares seguindo a mesma ordem de comparações utilizada anteriormente, sendo primeiramente com relação a presença e ausência de ganchos, presença e ausência de segunda mancha umeral e somente após, entre as populações de diferentes áreas. Como feito anteriormente, a ACP foi utilizada para verificar os padrões de variação na forma dos indivíduos e os possíveis agrupamentos, a AD e a AVC foram utilizadas para avaliar as diferenças entre os grupos definidos *a priori*. A AVC analisa todos os grupos juntamente, verificando a posição de cada um no espaço multivariado das variáveis canônicas, localizando e representando graficamente diferenças na forma das populações. Nas comparações realizadas na AD e na AVC foram computados os valores de probabilidade a partir do teste de permutações ($n = 10.000$) para a distância de Procrustes e Mahalanobis. A distância de Procrustes e a de Mahalanobis são referentes à similaridade das formas analisadas, a primeira é a distância absoluta da média da forma do indivíduo para a média geral da amostra e a segunda é a distância relativa, colocando ênfase na distância da média da forma do indivíduo para a tendência de variação geral da amostra.

A MANOVA (Análise de Variância Multivariada) foi utilizada para verificar se as variações de forma entre os grupos possuem diferenças significativas, bem como a confiabilidade no resultado de P significativo por meio do valor do teste F. Posteriormente, foram utilizadas a MANOVA Wilks e a MANOVA par a par, sendo a primeira para conferir se a variação ocorre entre os grupos comparados ou dentro de cada grupo e a segunda para verificar entre quais grupos ocorrem as diferenças mais significativas.

A diagnose comparativa das espécies foi baseada nos dados morfológicos descritos nas seguintes literaturas: Abilhoa & Duboc (2007), Alcaraz et al. (2009), Almirón et al. (2010), Azpelicueta (2000), Azpelicueta et al. (2002), Bertaco (2014), Bertaco & Lucena (2010), Casciotta et al. (2003),

Casciotta & Almirón (2004), Casciotta et al. (2005), Castro & Vari (2004), Garavello & Sampaio (2010), Graça et al. (2017), Haluch & Abilhoa (2005), Ingenito & Duboc (2014), Lucena et al. (2013), Miquelarena & Menni (2005), Mirande et al. (2004), Mirande et al. (2006), Oliveira et al. (2013), Pavanelli (2009), Protogino et al. (2006), Silva & Malabarba (2019), Soneira et al. (2010), Terán et al. (2017).

Os exemplares usados neste estudo são listados no Material Examinado e Comparativo, por bacia hidrográfica e posteriormente por tipo de preparo (em álcool ou d&c), onde são organizados por ordem alfabética. As informações se encontram da seguinte forma: acrônimo da coleção, número de tombo, número do total de exemplares do lote (entre parênteses o número de exemplares analisados), valores do comprimento padrão do menor e do maior exemplar do lote, localidade de coleta e data de coleta.

3. RESULTADOS

3.1. Análise das contagens

As Tabelas 3 e 4 apresentam os parâmetros dos caracteres merísticos realizadas nos 705 exemplares analisados no estudo. Nota-se que todas as contagens possuem grande sobreposição entre as três áreas e o mesmo ocorre em relação ao holótipo e aos parátipos. Digno de nota é a tendência em um aumento na média do número de rastros branquiais inferiores e totais no sentido leste/oeste.

Com relação ao número de dentes no maxilar foram observados exemplares com 1 (n=673), 2 (n=22) ou nenhum (n=10) dente no maxilar. Os dois últimos casos tiveram baixa frequência de espécimes e podem ser considerados indivíduos anômalos/raros da espécie, sendo que a ocorrência de indivíduos sem dente maxilar ficou restrita às áreas A2 e A3 (n=10 e n=12, respectivamente) enquanto que os exemplares com 2 dentes ocorreram nas três áreas (A1, n=1; A2, n=3; A3, n=6). Foi analisado o maxilar do lado direito dos exemplares anômalos/raros e verificou-se que, nos exemplares que não tinham

dentes no maxilar esquerdo, o padrão se manteve para o direito e, nos exemplares com 2 dentes no maxilar esquerdo, o indivíduo da A1 apresentou 1 dente no maxilar direito e um indivíduo de A2 não apresentou nenhum, os demais exemplares mantiveram a presença de 2 dentes para o lado direito.

Nas análises, foram encontrados os limites de 14 a 29 raios ramificados na nadadeira anal, sendo que 95,02% (n=668) dos exemplares tiveram de 20 a 25 raios. Indivíduos com 14 a 19 raios ramificados na nadadeira anal e 26 a 29, representam 2,56% (n=18) e 2.42% (n=17) da amostra total, respectivamente (Figura 4). Ambos os casos sugerem que são valores anômalos/raros para a espécie. Com relação aos exemplares com 14 a 19 raios ramificados na nadadeira anal, as três áreas possuem representantes, sendo 2 em A1, 12 em A2 e 4 em A3. Indivíduos com 26 a 28 raios ramificados na nadadeira anal também estão presentes em todas as áreas, sendo 3 em A1, 3 em A2 e 11 em A3.

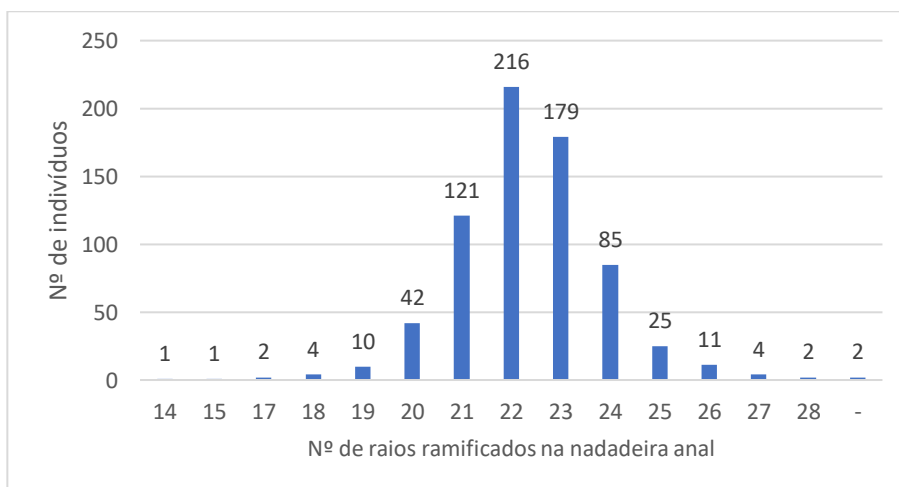


Figura 5: Gráfico da distribuição do número de raios ramificados da nadadeira anal nas três populações analisadas. Número acima da barra representa a frequência de indivíduos.

Tabela 4: Dados merísticos de *Astyanax eigenmanniorum* considerando a área (A1, A2 e A3) de estudo e em comparativo com o holótipo e os parátipos da espécie. Mín = mínimo, Máx = máximo, N = número de indivíduos, DP = desvio padrão.

	A1 (N = 198)				A2 (N = 324)				A3 (N = 183)				HOLÓTIPO	PARÁTIPOS			
	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP		Mín	Máx	Média	DP
Contagens																	
Escamas linha lateral (LL)	32	37	34,7	0,91	32	37	35,2	0,91	33	39	35,2	1,23	33	34	35	34,5	0,58
Escamas orig. Nad. Dorsal a LL	5	8	6,3	0,49	5	8	6,5	0,52	5	8	6,4	0,53	6	6	7	6,6	0,55
Escamas da LL à orig. nad. anal	4	7	5,5	0,56	5	7	5,5	0,51	4	7	5,5	0,60	5	4	6	5,2	0,84
Escamas da LL à orig. nad. pélvica	4	6	5,3	0,49	4	6	5,2	0,43	5	7	5,3	0,46	5	5	6	5,4	0,55
Escamas ao redor pedúnculo caudal	14	18	16,0	0,78	14	20	16,5	0,99	12	18	16,2	1,18	14	16	18	16,4	0,89
Escamas pré-dorsais	9	14	11,3	0,96	9	13	11,0	0,74	9	13	10,9	0,85	12	7	9	8	0,82
Rastros branquiais superiores	6	10	8,0	0,83	7	10	8,3	0,74	6	11	7,9	0,83	6	12	15	13,2	1,10
Rastros branquiais inferiores	10	16	12,9	1,13	10	15	12,4	0,94	10	17	12,1	1,35	11	20	23	21,75	1,26
Rastros branquiais totais	18	24	20,9	1,31	18	24	20,7	1,16	17	27	20,0	1,85	17	12	12	12	0,00
Raios ramifi. nad. peitoral	11	14	12,7	0,58	11	14	12,7	0,52	10	13	12,3	0,60	13	10	10	10	0,00
Raios ramif. nad. dorsal	9	11	10,0	0,28	9	10	10,0	0,06	10	10	10,0	0,00	10	21	23	22,2	0,84
Raios ramif. nad. anal	19	28	22,6	1,33	14	26	22,1	1,57	18	28	22,4	1,60	23	3	5	4	0,71
Dentes série externa pré-maxilar	3	5	4,0	0,52	2	5	3,9	0,44	2	5	3,9	0,47	4	1	1	1	0,00
Dentes maxilar	1	2	1,0	0,07	0	2	1,0	0,20	0	2	1,0	0,32	1	10	12	11,4	0,89

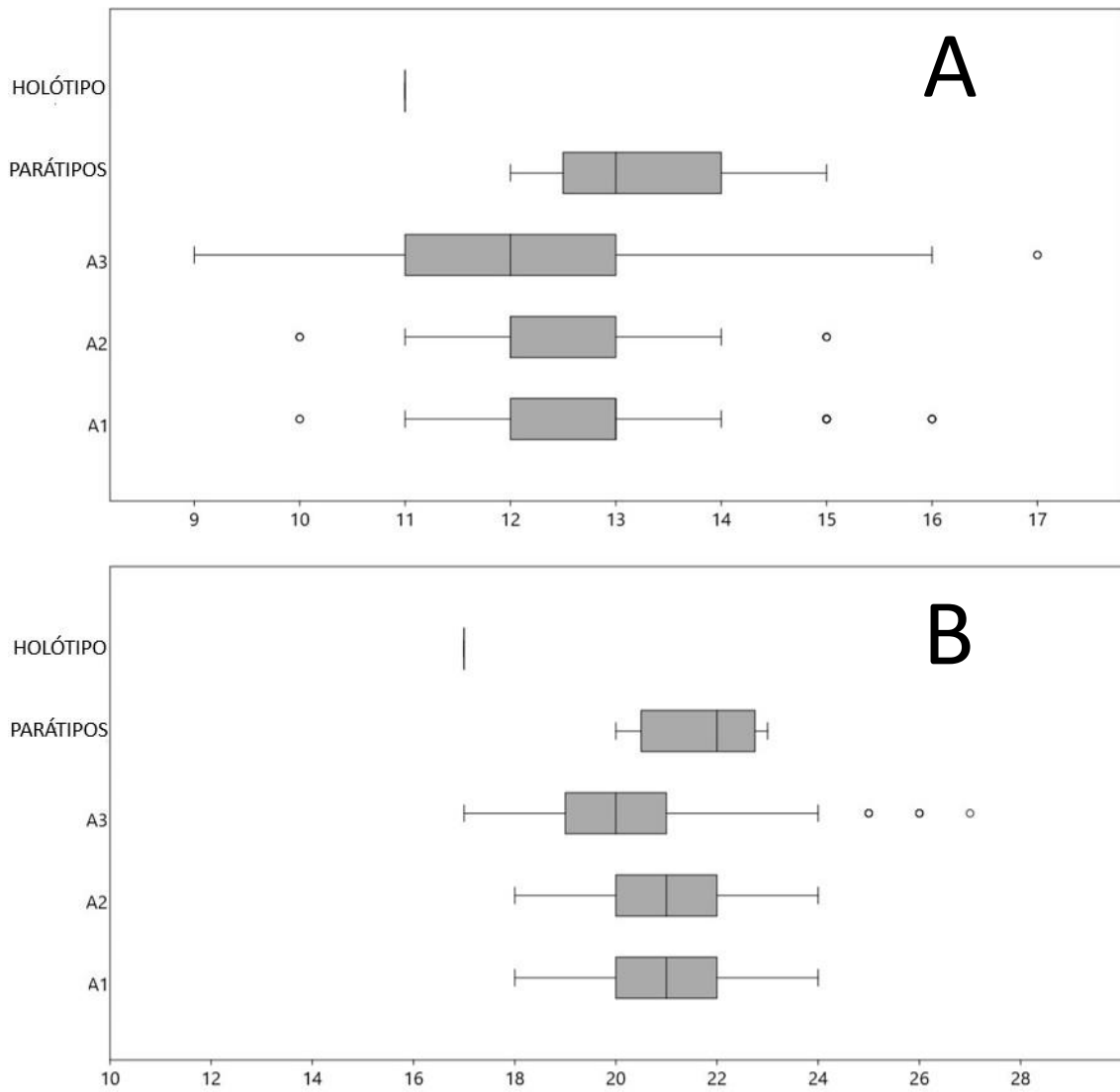


Figura 6: Número rastros branquiais inferiores (A) e rastros branquiais totais (B) de acordo com a área analisada. Círculos indicam "outliers".

Tabela 5: Dados merísticos de *Astyanax eigenmanniorum*. Mín = mínimo, Máx = máximo, N = número, DP = desvio padrão.

	TOTAL				HOLÓTIPO	PARÁTIPOS			
	Mín	Máx	Média	DP		Mín	Máx	Média	DP
Contagens									
Escamas linha lateral (LL)	32	39	35,0	1,02	33	34	35	34,5	0,58
Escamas orig. Nad. Dorsal a LL	5	8	6,4	0,51	6	6	7	6,6	0,55
Escamas da LL à orig. nad. anal	4	7	5,5	0,56	5	4	6	5,2	0,84
Escamas da LL à orig. nad. pélvica	4	7	5,3	0,46	5	5	6	5,4	0,55
Escamas ao redor pedúnculo caudal	12	20	16,2	0,99	14	16	18	16,4	0,89
Escamas pré-dorsais	9	14	11,0	0,85	12	7	9	8	0,82
Rastros branquiais superiores	6	11	8,0	0,80	6	12	15	13,2	1,10
Rastros branquiais inferiores	10	17	12,5	1,14	11	20	23	21,75	1,26
Rastros branquiais totais	17	27	20,5	1,44	17	12	12	12	0,00
Raios ramifi. nad. peitoral	10	14	12,6	0,56	13	10	10	10	0,00
Raios ramif. nad. dorsal	9	11	10,0	0,11	10	21	23	22,2	0,84
Raios ramif. nad. anal	14	28	22,4	1,50	23	3	5	4	0,71
Dentes série externa pré-maxilar	2	5	3,9	0,47	4	1	1	1	0,00
Dentes maxilar	0	2	1,0	0,20	1	10	12	11,4	0,89

3.2. Medidas tradicionais

As tabelas 6, 7 e 8 contém os valores, em porcentagem, das medidas tradicionais analisadas, podendo ser observada a sobreposição com relação ao holótipo e os parátipos. Apesar da ampla sobreposição dos limites em todas as medidas, digno de registro é a tendência no aumento nas médias do comprimento pré-pélvico (Figura 11), da altura da cabeça (Figura 7), do comprimento do focinho (Figura 9) e do comprimento da maxila superior verificado de leste (A1) para oeste (A3). Estas variações nas médias, aparentemente, não estão relacionadas ao sexo ou a presença/ausência de mancha umeral.

Tabela 6: Dados morfométricos de *Astyanax eigenmanniorum* para cada área de estudo e em comparativo com o holótipo e os parátipos da espécie. Mín = mínimo, Máx = máximo, N = número, DP = desvio padrão.

	A1 (N = 198)				A2 (N = 324)				A3 (N = 183)				HOLÓTIPO	PARÁTIPOS			
	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP		Mín	Máx	Média	DP
Comprimento padrão (mm)	26,4	66,5	41,4	-	24,2	68,7	42,1	-	23,2	69,4	38,0	-	50,2	36	49	42,1	-
Porcentagens do comprimento padrão																	
Altura na origem da nadadeira dorsal	29,8	41,3	36,6	2,08	29,1	42,7	36,5	2,14	29,4	39,9	35,3	1,97	40,0	30	39	34,95	3,5
Comprimento pré-dorsal	50,6	57,4	54,2	1,27	50,0	57,7	53,9	1,34	50,2	57,0	53,4	1,31	54,0	49	56	53,29	2,5
Comprimento pré-peitoral	25,3	33,3	29,1	1,15	25,5	33,4	28,5	1,23	25,7	32,5	28,1	1,08	26,5	25	28	26,4	1,4
Comprimento pré-anal	58,6	71,0	65,0	2,01	60,3	71,6	64,9	1,71	59,3	67,5	63,8	1,51	65,6	61	66	63,85	2,3
Comprimento pré-pélvico	44,8	54,5	48,6	1,41	43,4	52,1	47,9	1,37	43,6	50,0	46,9	1,43	49,7	47	52	49,7	1,8
Comprimento nadadeira dorsal	25,3	33,5	28,9	1,42	23,9	34,1	28,8	1,42	24,8	31,8	28,8	1,49	24,3	23	26	24,28	1,3
Comprimento nadadeira peitoral	18,9	26,8	23,1	1,41	16,2	27,3	23,4	1,58	18,3	25,8	23,1	1,28	18,1	19	22	21,1	1,6
Comprimento nadadeira pélvica	12,4	21,4	18,0	1,31	14,3	22,1	18,5	1,30	15,5	21,3	18,3	1,07	16,3	13	17	14,62	1,3
Comprimento da base da nadadeira anal	25,4	33,7	30,1	1,61	23,7	35,6	29,8	1,78	25,3	34,3	29,8	1,58	28,3	25	30	26,5	2,4
Comprimento do lobo da nadadeira anal	17,2	26,3	21,5	1,60	16,2	25,6	21,4	1,51	17,3	25,0	21,7	1,53	19,4	16	20	18,96	1,4
Comprimento do pedúnculo caudal	9,1	13,2	11,1	0,84	8,8	13,7	10,9	0,84	8,3	12,5	10,5	0,87	8,6	8,6	11	9,319	0,9
Altura do pedúnculo caudal	8,7	13,6	11,5	0,78	9,5	13,9	11,7	0,76	9,8	13,7	11,4	0,76	8,2	8,6	11	9,403	0,9

Comprimento da cabeça	22,3	30,1	26,4	1,49	22,1	30,0	26,1	1,34	23,3	29,3	26,4	1,17	22,1	22	24	23,12	0,9
Porcentagens do comprimento da cabeça																	
Altura da cabeça	81,4	109,7	94,2	4,92	77,0	105,0	92,2	4,71	77,8	103,0	89,4	4,09	91,9	87	105	96,4	7,7
Comprimento do focinho	23,8	31,5	27,5	1,65	21,7	30,7	26,6	1,78	21,3	31,1	25,9	1,82	27,9	20	22	20,78	0,9
Largura interorbital	20,5	43,7	36,3	3,05	23,9	42,4	36,2	2,42	27,2	41,8	35,6	2,64	40,5	23	28	25,61	2,1
Diâmetro horizontal do olho	36,9	56,3	43,3	2,28	34,8	50,5	42,8	2,73	35,9	50,5	43,2	2,44	39,6	36	43	38,01	3,2
Comprimento da maxila superior	38,5	52,2	46,2	2,30	33,3	51,2	45,2	2,53	34,7	52,9	44,8	2,75	49,5	36	39	36,93	1,3

Tabela 7: Dados morfométricos de *Astyanax eigenmanniorum* considerando exemplares com ganhos (CG) e sem ganchos (SG). Mín = mínimo, Máx = máximo, N = número, DP = desvio padrão.

	CG				SG			
	Min	Max	Média	DP	Min	Max	Média	DP
Comprimento padrão (mm)	31,3	69,4	44,0	-	23,2	69,1	38,5	-
Porcentagens do comprimento padrão								
Altura na origem da nadadeira dorsal	31,5	42,4	36,3	1,79	29,8	41,3	36,5	2,05
Comprimento pré-dorsal	50,0	56,5	53,4	1,27	50,6	57,4	54,5	1,26
Comprimento pré-peitoral	25,3	31,3	28,3	1,13	26,8	33,3	29,3	1,10
Comprimento pré-anal	60,1	71,0	64,2	1,84	58,6	70,5	65,0	1,75
Comprimento pré-pélvico	43,4	52,2	47,5	1,53	45,3	54,5	48,6	1,28
Comprimento nadadeira dorsal	25,3	31,9	28,9	1,32	25,4	33,5	28,9	1,42
Comprimento nadadeira peitoral	20,7	27,3	24,0	1,20	18,5	26,8	23,0	1,41
Comprimento nadadeira pélvica	12,4	22,1	19,3	1,24	14,3	21,1	17,9	1,11
Comprimento base da nadadeira anal	25,3	35,6	30,6	1,66	25,4	33,4	29,9	1,52
Comprimento lobo da nadadeira anal	16,2	26,3	21,1	1,63	17,2	26,0	21,5	1,58
Comprimento pedúnculo caudal	8,7	13,0	10,8	0,90	9,1	13,2	11,1	0,77
Altura pedúnculo caudal	10,1	13,9	11,8	0,72	8,7	13,4	11,4	0,73
Comprimento cabeça	22,3	29,2	25,8	1,16	23,5	30,1	26,7	1,48
Porcentagens do comprimento da cabeça								
Altura cabeça	80,5	108,1	93,5	4,72	81,4	109,7	93,3	4,82
Comprimento focinho	22,4	30,9	26,9	1,71	22,7	31,5	27,3	1,79
Largura interorbital	31,9	42,6	37,0	2,03	20,5	43,7	35,8	2,98
Diâmetro horizontal olho	35,5	50,5	42,6	2,67	36,9	56,3	43,1	2,27
Comprimento maxila superior	38,3	52,9	45,5	2,55	38,5	51,2	46,2	2,26

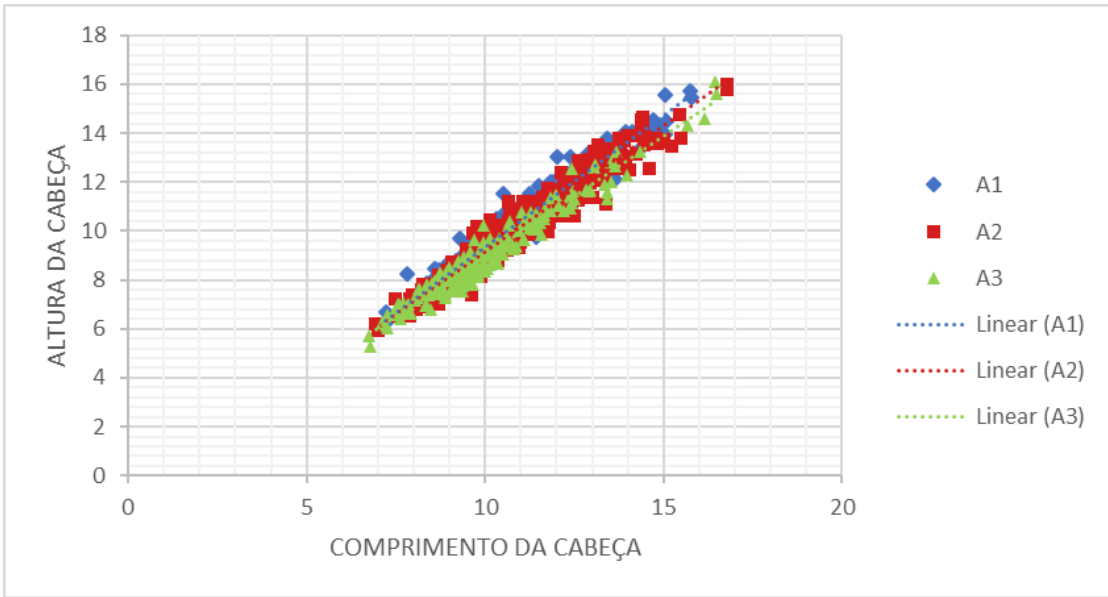


Figura 7: Relação entre altura da cabeça vs. comprimento da cabeça, por áreas de estudo.

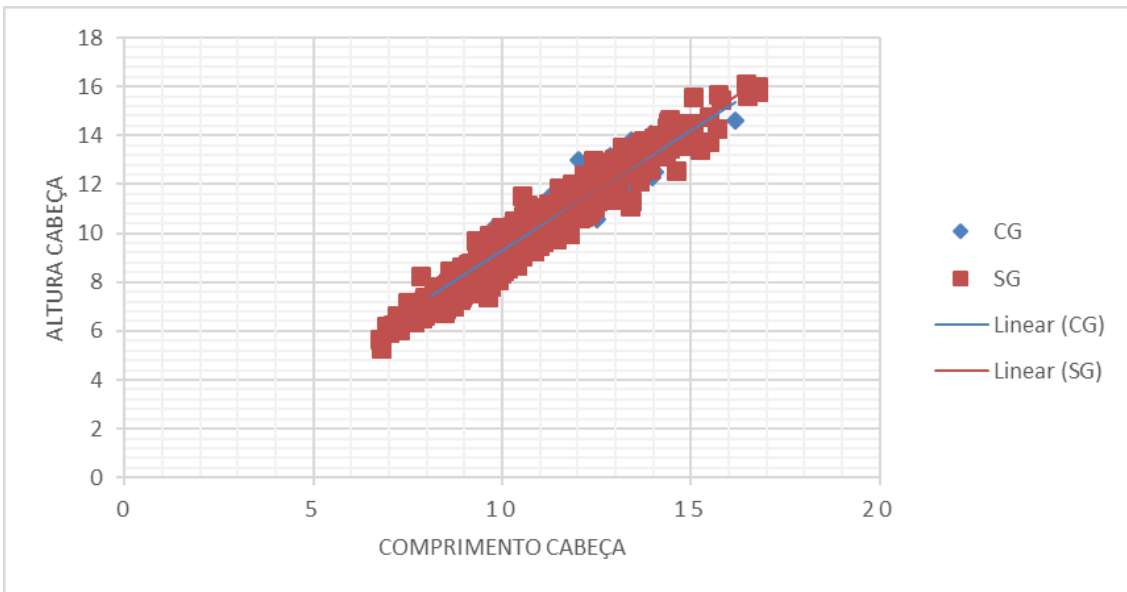


Figura 8: Relação entre altura da cabeça vs. comprimento da cabeça, considerando a presença (CG) ou ausência (SG) de ganchos.

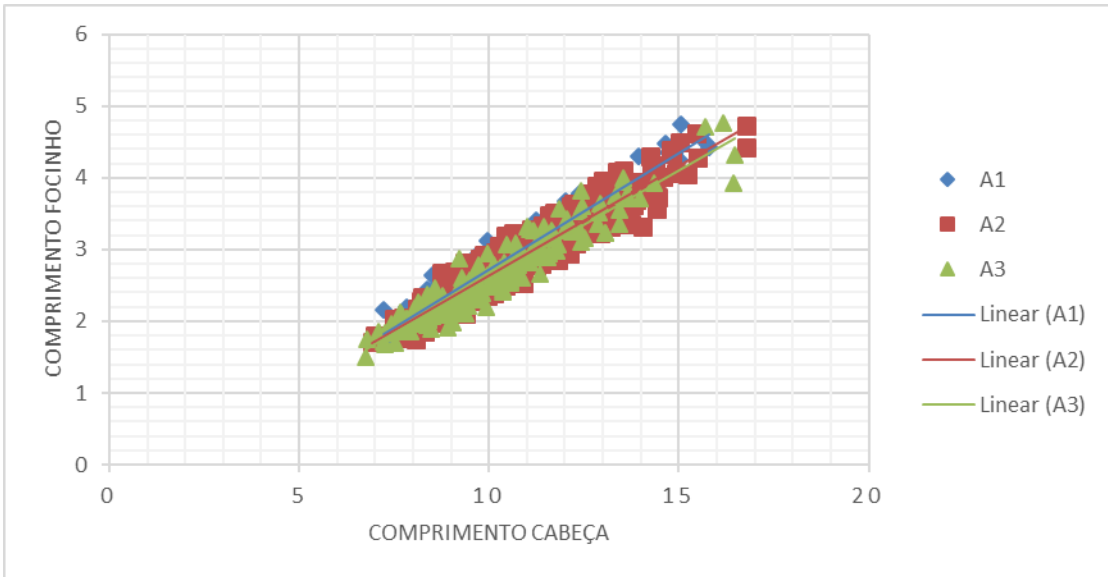


Figura 9: Relação entre comprimento do focinho vs. comprimento da cabeça, por áreas de estudo.

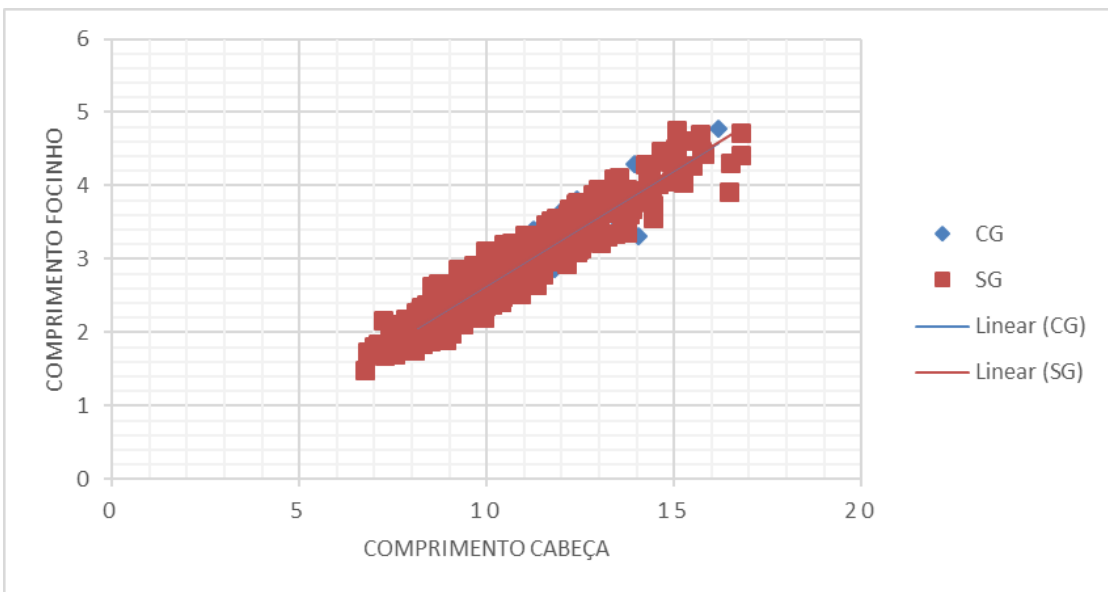


Figura 10: Relação entre comprimento do focinho vs. comprimento da cabeça, considerando a presença (CG) ou ausência (SG) de ganchos.

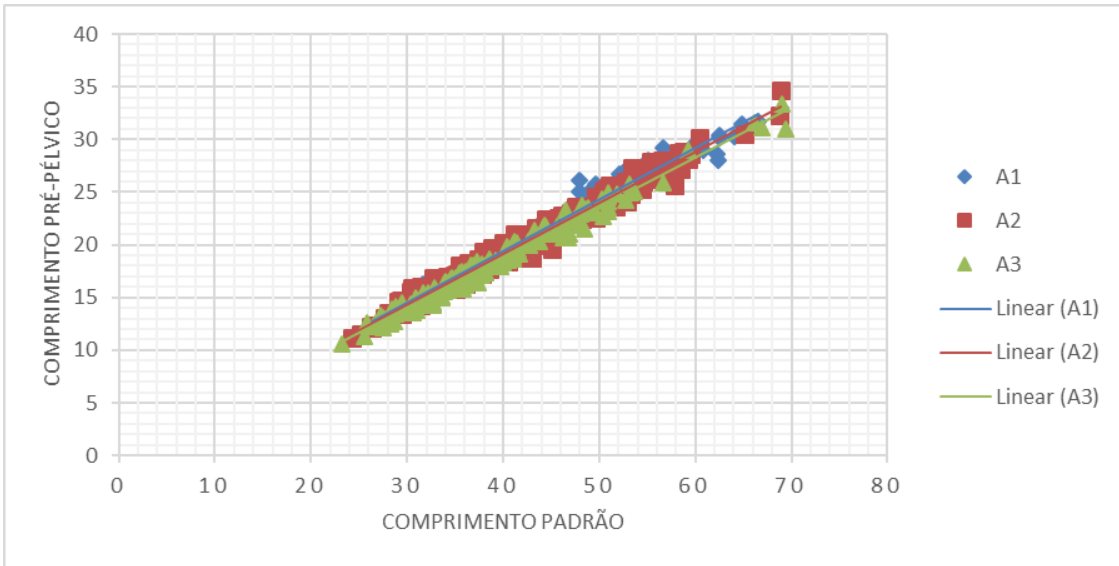


Figura 11: Relação entre comprimento pré-pélvico vs. comprimento padrão, por áreas de estudo.

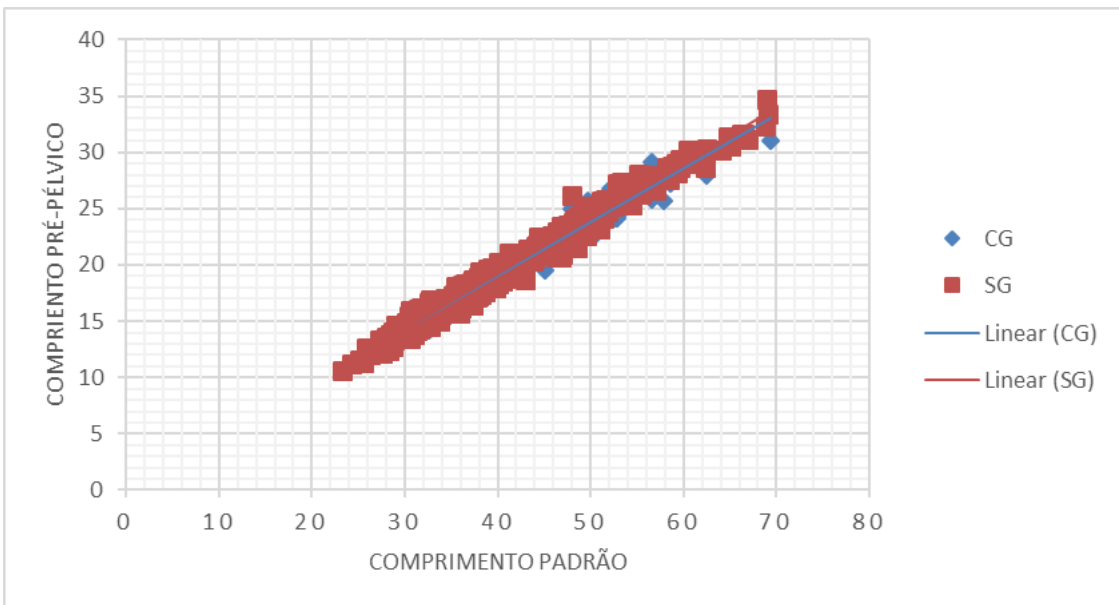


Figura 12: Relação entre comprimento pré-pélvico vs. comprimento padrão, considerando a presença (CG) ou ausência (SG) de ganchos.

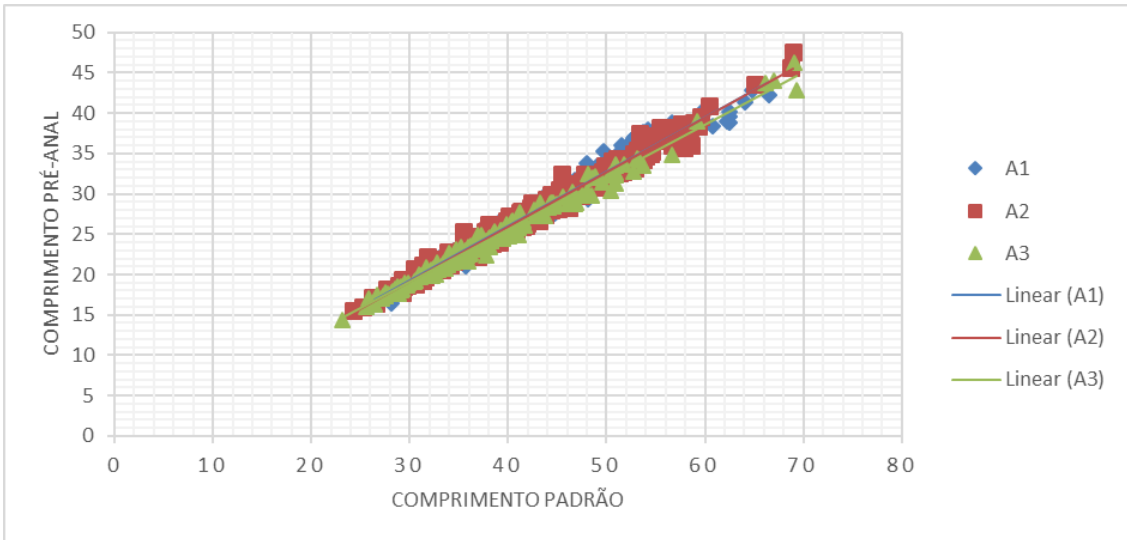


Figura 13: Relação entre comprimento pré-anal vs. comprimento padrão, por áreas de estudo.

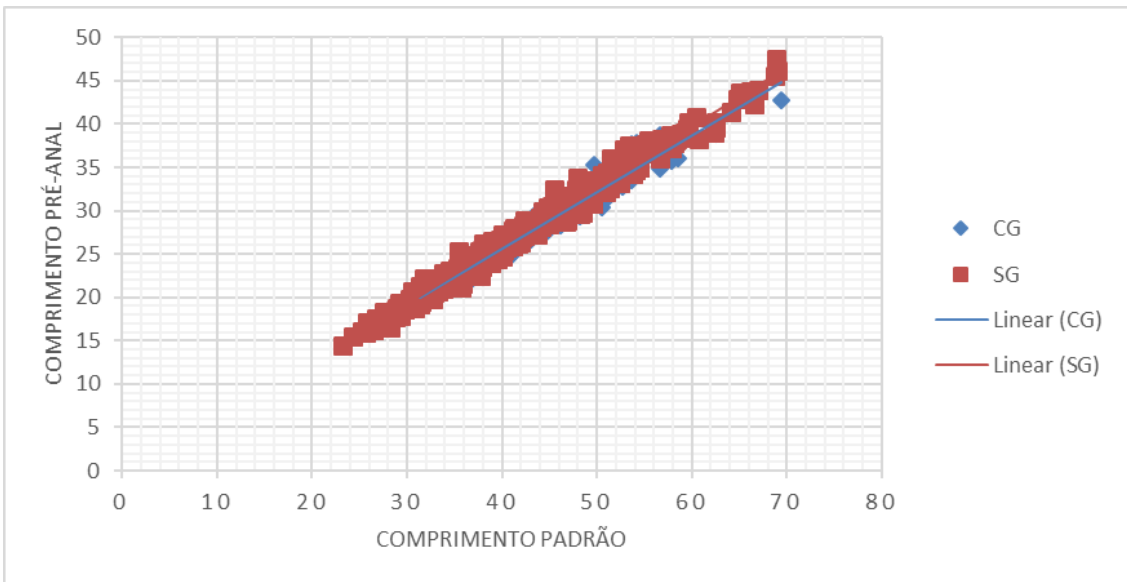


Figura 14: Relação entre comprimento pré-anal vs. comprimento padrão, considerando a presença (CG) ou ausência (SG) de ganchos.

Tabela 8: Dados morfométricos de *Astyanax eigenmanniorum*. Mín = mínimo, Máx = máximo, N = número, DP = desvio padrão.

	TOTAL				HOLÓTIPO	PARÁTIPOS			
	Mín	Máx	Média	DP		Mín	Máx	Média	DP
Comprimento padrão (mm)	23,2	69,3	40,5	-	50,2	36,1	49,1	42,1	-
Porcentagens do comprimento padrão									
Altura na origem da nadadeira dorsal	29,1	42,7	36,1	2,1	40,0	30,1	39,2	34,9	3,5
Comprimento pré-dorsal	50,0	57,7	53,8	1,3	54,0	49,2	55,6	53,3	2,5
Comprimento pré-peitoral	25,3	33,4	28,6	1,2	26,5	24,6	27,9	26,4	1,4
Comprimento pré-anal	58,6	71,6	64,6	1,7	65,6	61,0	66,1	63,8	2,3
Comprimento pré-pélvico	43,4	54,5	47,8	1,4	49,7	47,4	51,6	49,7	1,8
Comprimento nadadeira dorsal	23,9	34,1	28,9	1,4	24,3	22,6	26,1	24,3	1,3
Comprimento nadadeira peitoral	16,2	27,3	23,2	1,4	18,1	19,3	22,5	21,1	1,6
Comprimento nadadeira pélvica	12,4	22,1	18,3	1,2	16,3	13,1	16,6	14,6	1,3
Comprimento da base da nadadeira anal	23,7	35,6	29,9	1,7	28,3	24,5	29,9	26,5	2,4
Comprimento do lobo da nadadeira anal	16,2	26,3	21,5	1,5	19,4	16,5	19,8	19,0	1,4
Comprimento do pedúnculo caudal	8,3	13,7	10,8	0,9	8,6	8,6	10,6	9,3	0,9
Altura do pedúnculo caudal	8,7	13,9	11,5	0,8	8,2	8,6	10,8	9,4	0,9
Comprimento da cabeça	22,1	30,1	26,3	1,3	22,1	21,9	24,3	23,1	0,9
Porcentagens do comprimento da cabeça									
Altura da cabeça	77,0	109,7	91,9	4,6	91,9	86,7	104,9	96,4	7,7
Comprimento do focinho	21,3	31,5	26,7	1,8	27,9	20,0	22,2	20,8	0,9
Largura interorbital	20,5	43,7	36,0	2,7	40,5	23,3	27,9	25,6	2,1
Diâmetro horizontal do olho	34,8	56,3	43,1	2,5	39,6	35,6	43,4	38,0	3,2
Comprimento da maxila superior	33,3	52,9	45,4	2,5	49,5	35,6	38,9	36,9	1,3

3.2.1. Análise dos Componentes Principais (ACP)

Na análise de ACP de todas as comparações realizadas possuem entre 40% e 45% da variação nos dois primeiros componentes principais (Tabela 9). Todos os gráficos (Figuras 15 a 21) não evidenciam qualquer tipo de separação com relação as respectivas condições avaliadas. As medidas que, em média, mais influenciaram na variação dos eixos, foram a altura na origem da nadadeira dorsal, comprimento e altura do pedúnculo caudal e, por fim, o diâmetro horizontal do olho.

Tabela 9: Porcentagem de variação dos dois primeiros eixos da Análise dos componentes principais para cada condição avaliada.

%	EIXOS		
	1	2	TOTAL
ÁREAS	27,14	15,68	43
GANCHOS	27,05	15,73	43
CGANCHOS	23,77	16,71	40
SGANCHOS	27,80	14,73	43
A1 (GANCHO)	29,81	14,97	45
A2 (GANCHO)	29,14	14,51	44
A3 (GANCHO)	23,88	17,12	41
2ª MANCHA (TOTAL)	27,07	15,72	43
CMANCHA	27,25	15,80	43
SMANCHA	29,59	15,81	45
A1 (MANCHA)	29,50	15,18	45
A2 (MANCHA)	29,14	14,51	44
A3 (MANCHA)	24,11	17,04	41

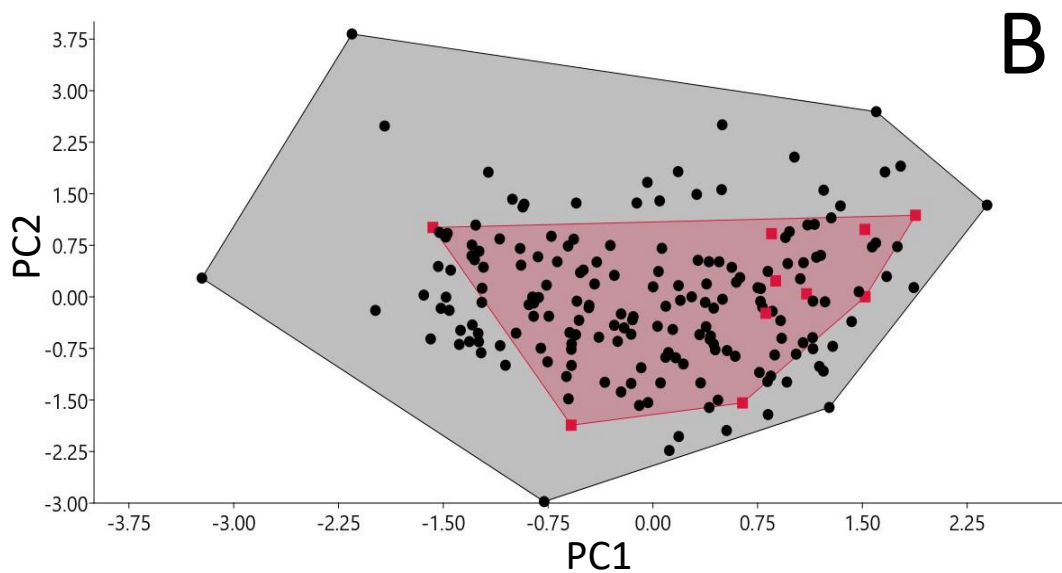
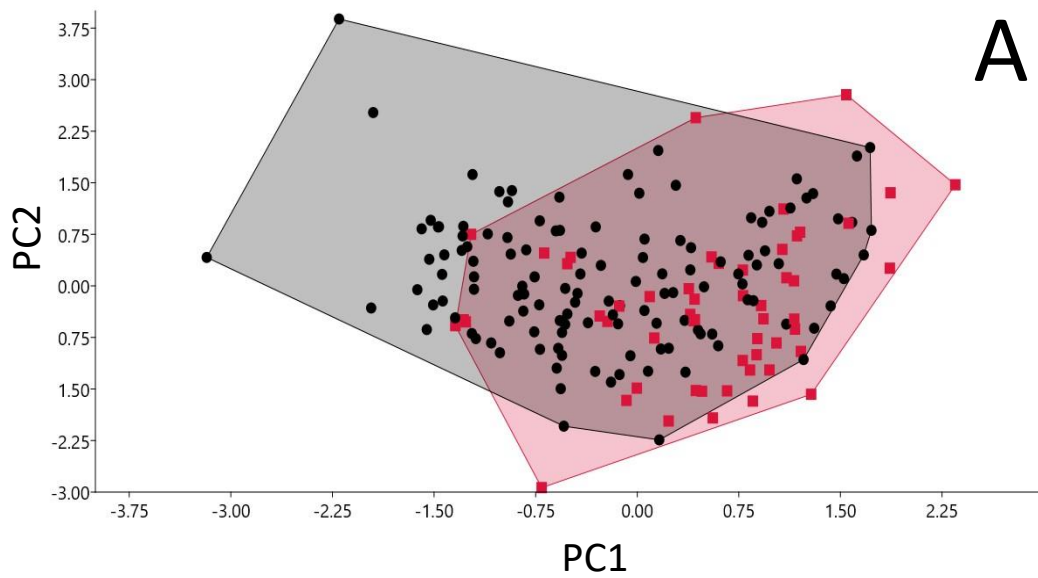


Figura 15: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) para o sistema do rio Tramandaí (Área 1). Quadrados vermelhos representam exemplares CG (A) e SM (B); Pontos pretos representam exemplares SG (A) e CM (B).

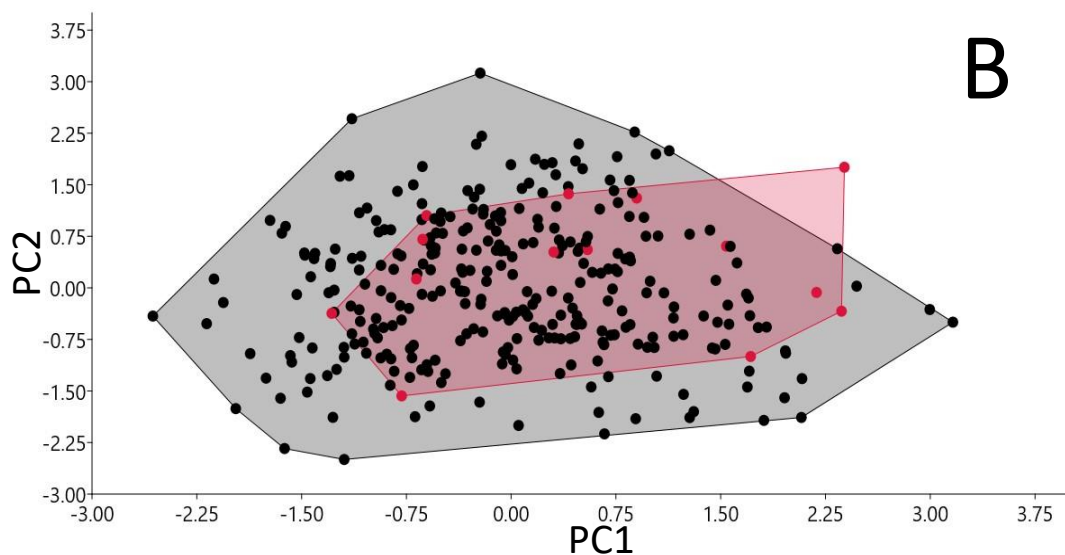
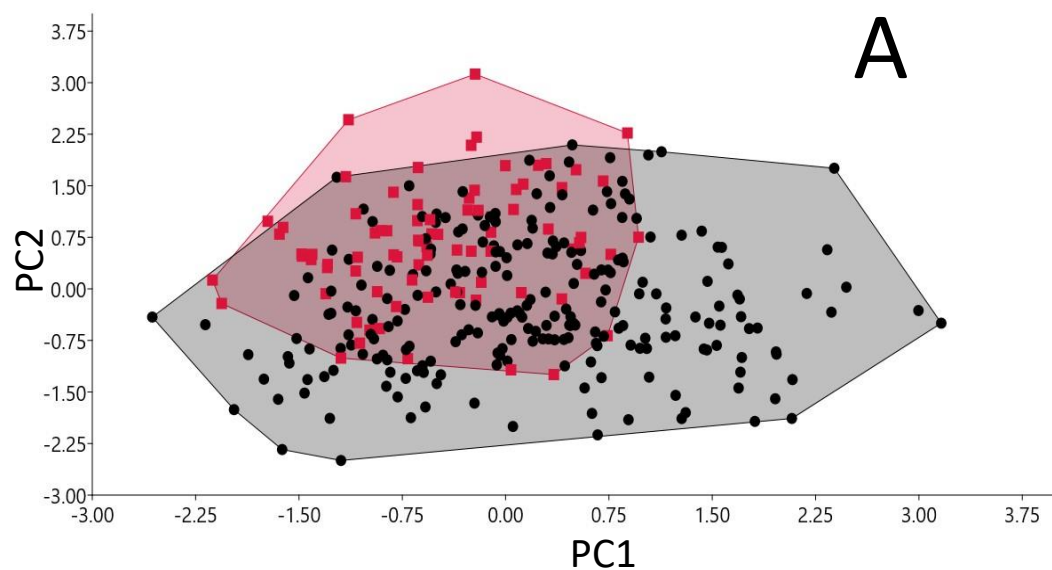


Figura 16: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) para o sistema da laguna dos Patos (Área 2). Quadrados vermelhos representam exemplares CG (A) e SM (B); Pontos pretos representam exemplares SG (A) e CM (B).

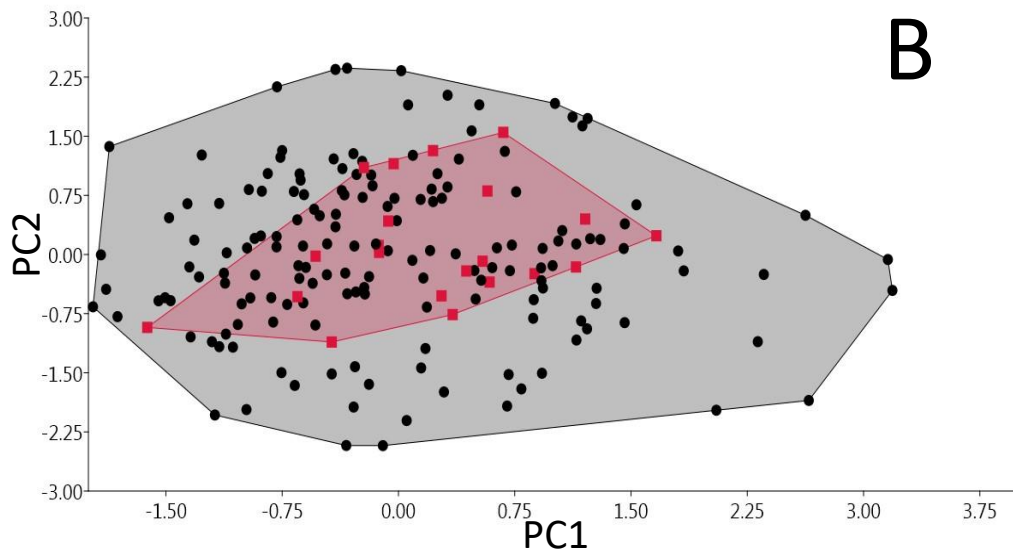
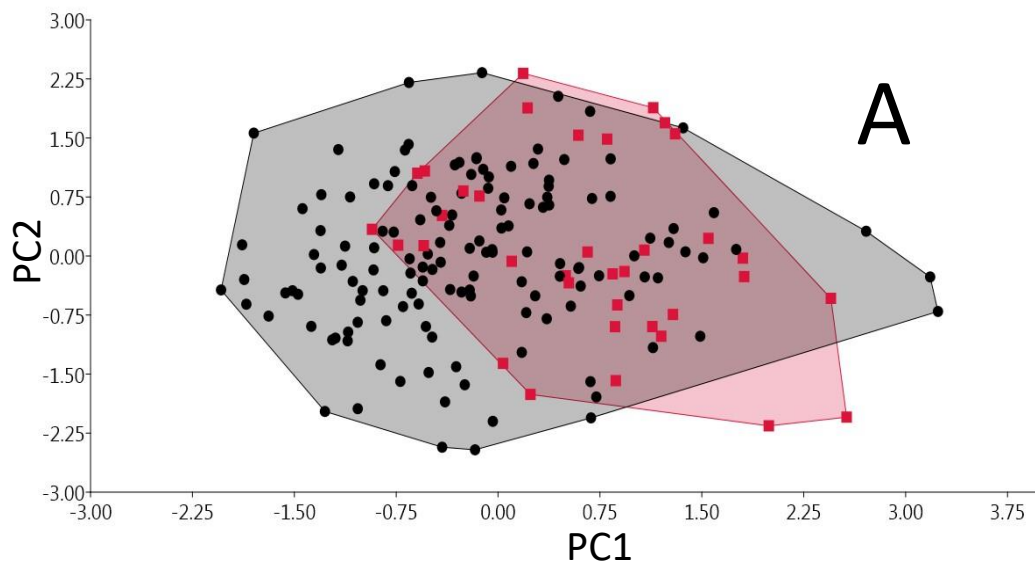


Figura 17: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) para o sistema do médio-baixo rio Uruguai (Área 3). Quadrados vermelhos representam exemplares CG (A) e SM (B); Pontos pretos representam exemplares SG (A) e CM (B).

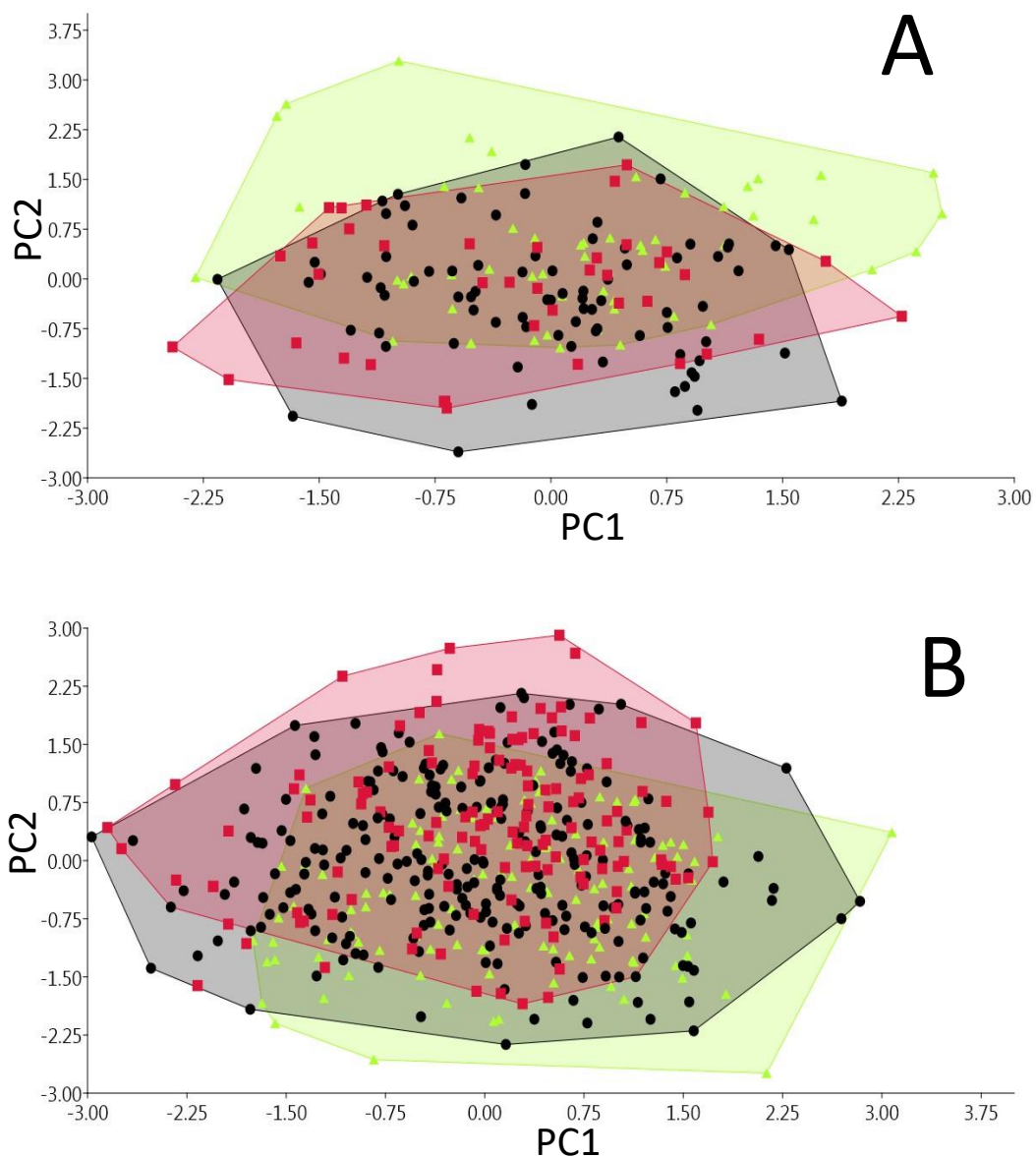


Figura 18: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG (A) e sem ganchos SG (B) entre as três áreas. Triângulos verdes representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos pretos representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Quadrados vermelhos representam sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

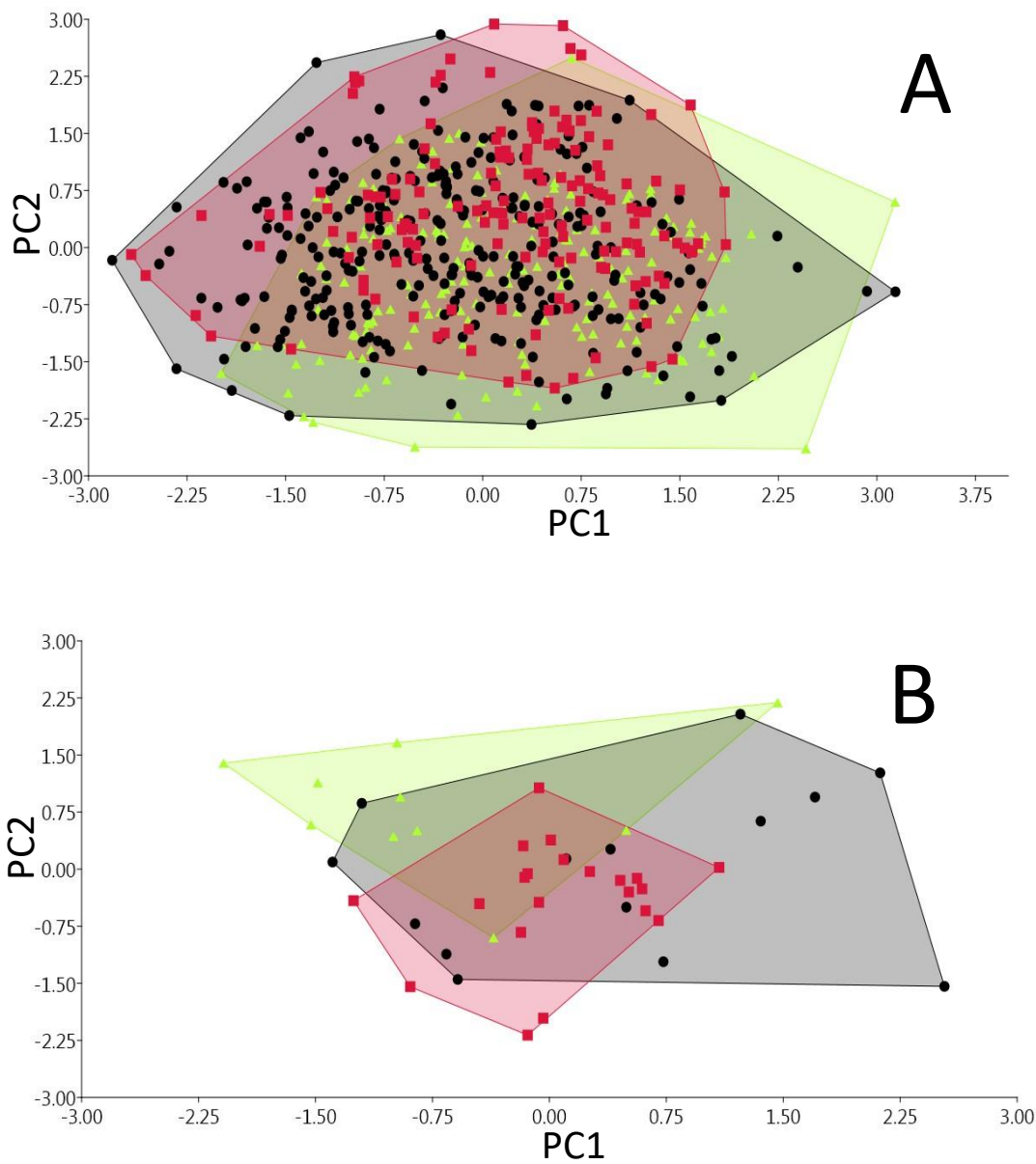


Figura 19: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com mancha CM (A) e sem mancha SM (B) entre as três áreas. Triângulos verdes representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos pretos representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Quadrados vermelhos representam sistema do rio médio-baixo Uruguai, A3.

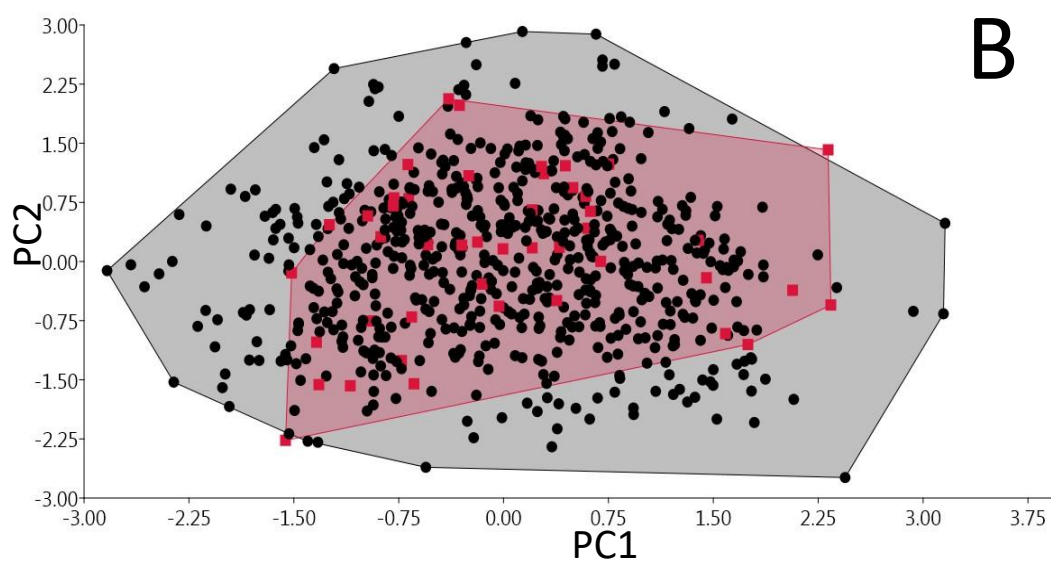
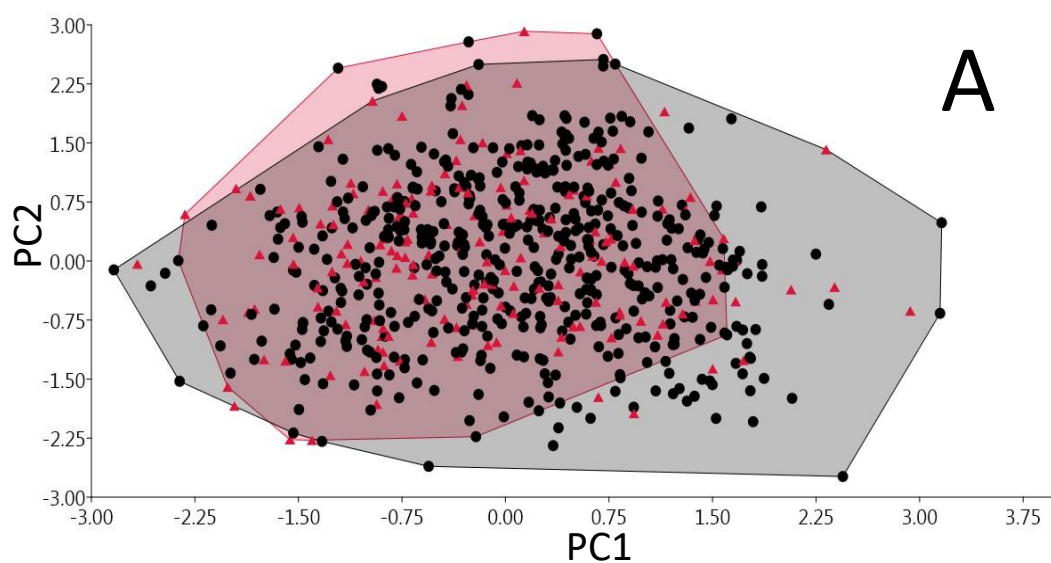


Figura 20: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) para a amostragem total. Quadrados vermelhos representam exemplares CG (A) e SM (B); Pontos pretos representam exemplares SG (A) e CM (B).

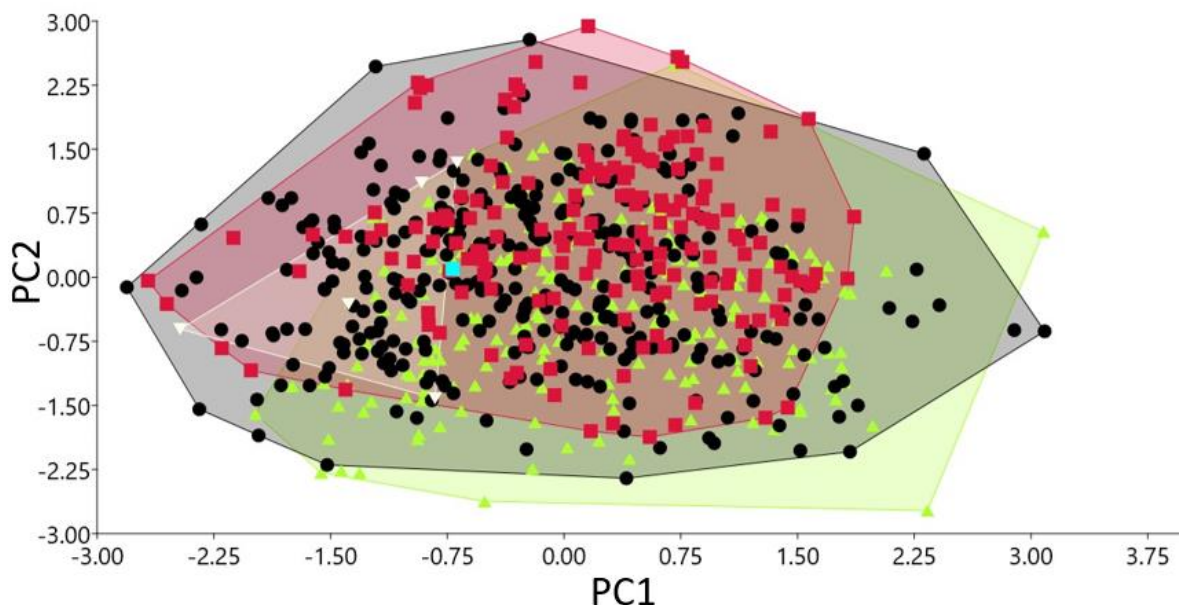


Figura 21: Análise dos Componentes Principais da amostragem total. Triângulos verdes representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos pretos representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Quadrados vermelhos representam sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3; Triângulos brancos representam os parátipos; Quadrado azul representa o holótipo.

3.2.2. Análise Discriminante

As Análises da Discriminante (AD) não apresentam diferenciação quanto às comparações dentro de cada área e na comparação geral com relação aos exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) (Figuras 22B 24B). Nas comparações entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG), nas áreas A2 e A3 (Figuras 23A 24A), os espécimes CG ocupam valores negativos no eixo 1 e os SG se encontram nos valores positivos, enquanto que na A1 e na comparação geral (Figuras 22A e 27A), as posições se invertem. Nos gráficos em que se compara as áreas utilizando todos os exemplares (Figura 28) e utilizando apenas exemplares SG (Figura 25B), é possível observar que a área A1 (triângulos verdes) ocupa valores mais positivos no eixo 1 e A3 (quadrados vermelhos) ocupa valores mais negativos no mesmo eixo, com a área A2 (círculos pretos) se localiza em uma posição intermediária e sobrepondo grande parte delas. Nos gráficos comparando exemplares CG, CM e SM (Figura 25A; Figura 26A, B) a área A1 (triângulos verdes) ocupa valores mais negativos no eixo 1 e A3 (quadrados vermelhos) ocupa valores mais positivos. Nas tabelas de validação cruzada referentes às comparações entre

áreas (Tabelas 14, 15, 20, 21 e 22), observa-se nas linhas da A1 e A3 que essas áreas possuem um N baixo de exemplares classificados erroneamente entre elas, e ambas possuem valores semelhantes de exemplares identificados de maneira errada como pertencentes a A2. Na linha da A2, nota-se que ela possui valores semelhantes entre os exemplares classificados erroneamente como sendo da A1 ou A3. Nas comparações entre exemplares CG e SG, as áreas A2 e A3 e a comparação geral (Tabelas 11, 12 e 13, respectivamente) obtiveram porcentagens relativamente altas de exemplares identificados corretamente (entre 75% e 83,22%). Nas comparações entre os indivíduos CM e SM (Tabelas 16 até 19), os valores apresentaram uma grande variação, ficando entre 28,57% e 83,24% de classificação correta.

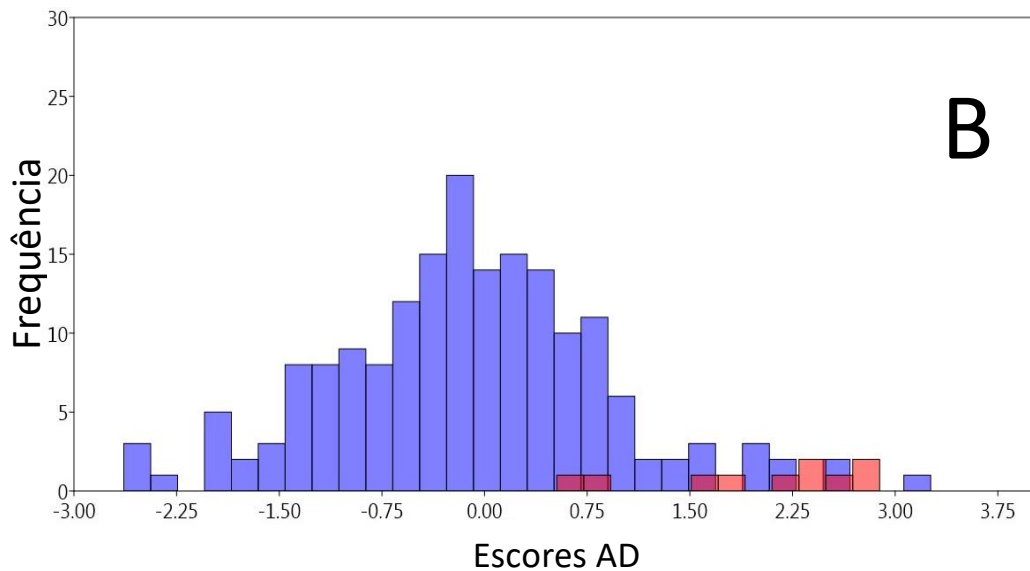
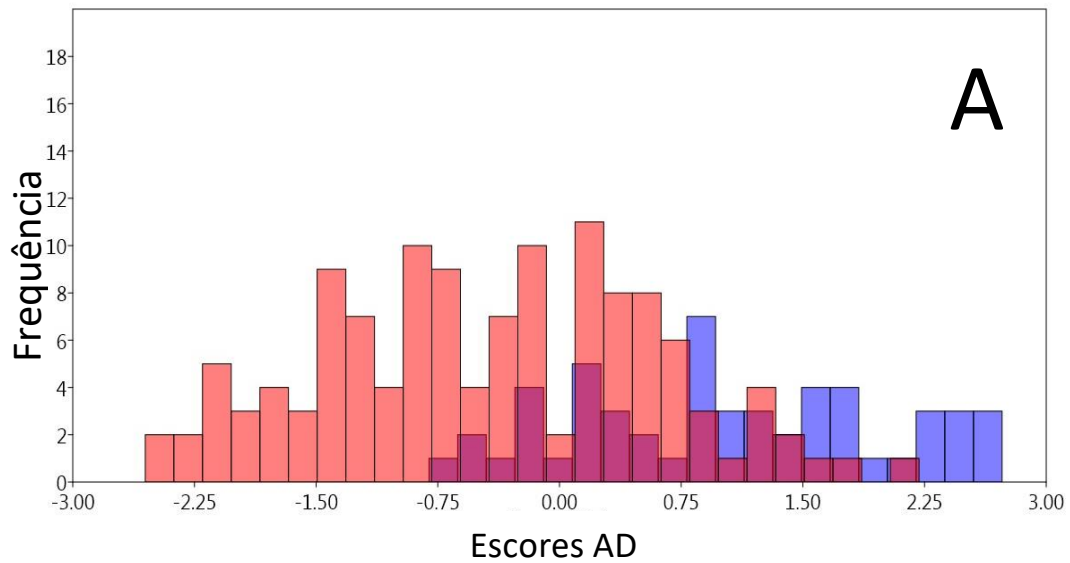


Figura 22: Análise Discriminante entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) para o sistema do rio Tramandaí (Área 1). Barras vermelhas representam indivíduos SG (A) e SM (B); Barras azuis representam indivíduos CG (A) e SM (B).

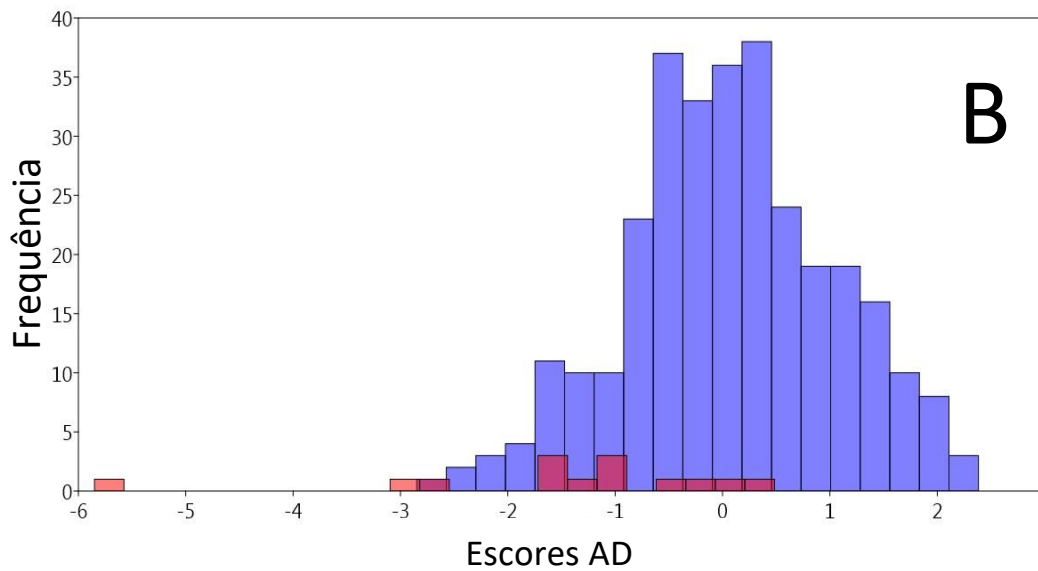
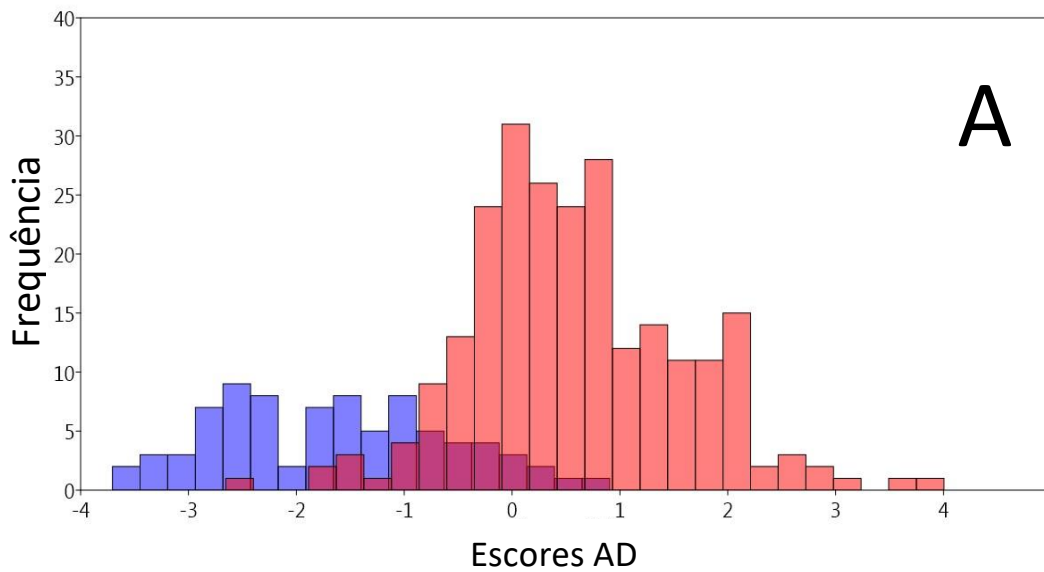


Figura 23: Análise Discriminante entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) para o sistema da laguna dos Patos (Área 2). Barras vermelhas representam indivíduos SG (A) e SM (B); Barras azuis representam indivíduos CG (A) e SM (B).

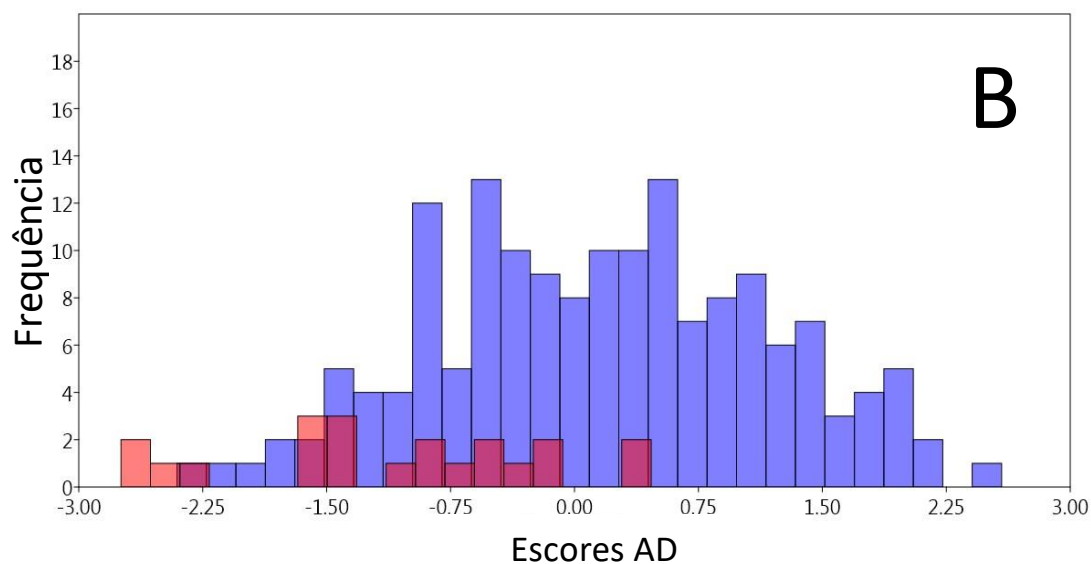
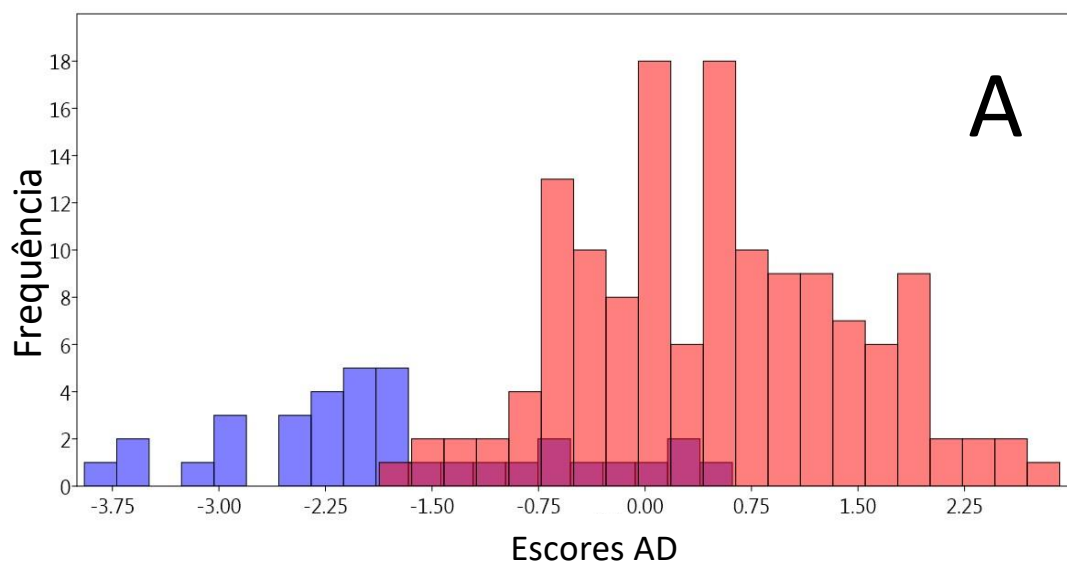


Figura 24: Análise Discriminante entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) para o sistema do médio-baixo rio Uruguai (Área 3). Barras vermelhas representam indivíduos SG (A) e SM (B); Barras azuis representam indivíduos CG (A) e SM (B).

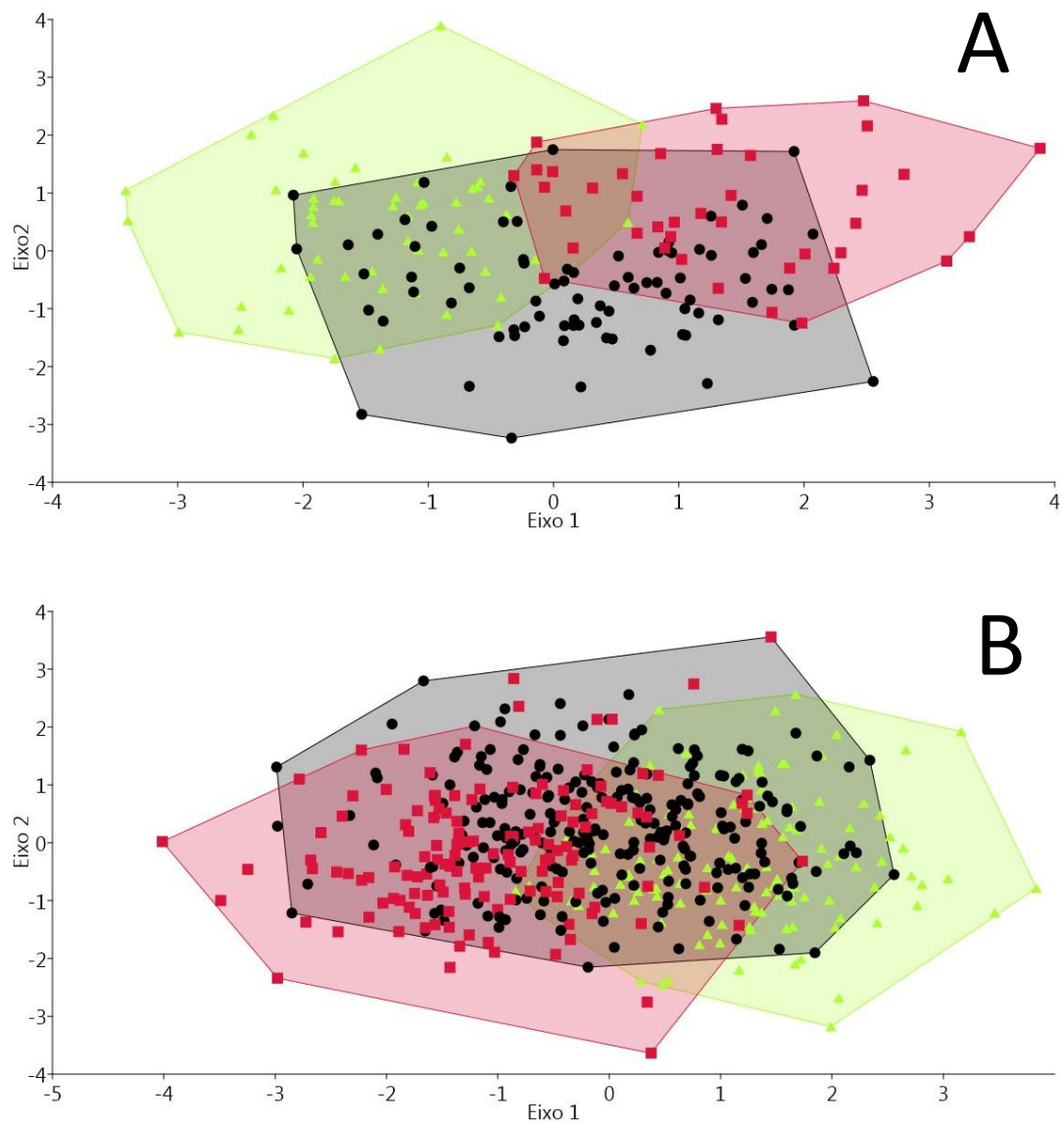


Figura 25: Análise Discriminante entre exemplares com ganchos CG (A) e sem ganchos SG (B) entre as três áreas. Triângulos verdes representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos pretos representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Quadrados vermelhos representam sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

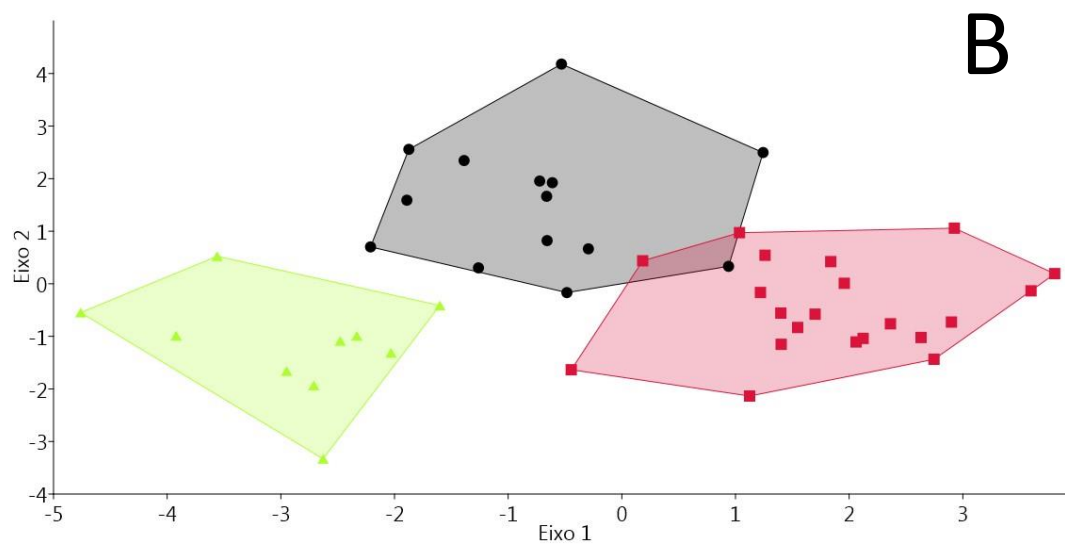
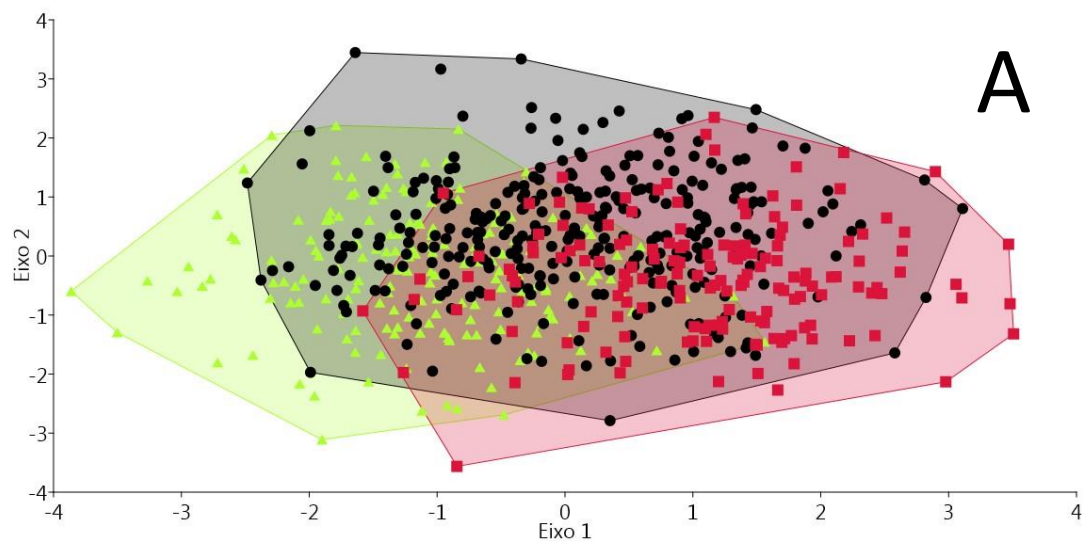


Figura 26: Análise Discriminante entre exemplares com segunda mancha presente CM (A) e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) entre as três áreas. Triângulos verdes representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos pretos representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Quadrados vermelhos representam sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

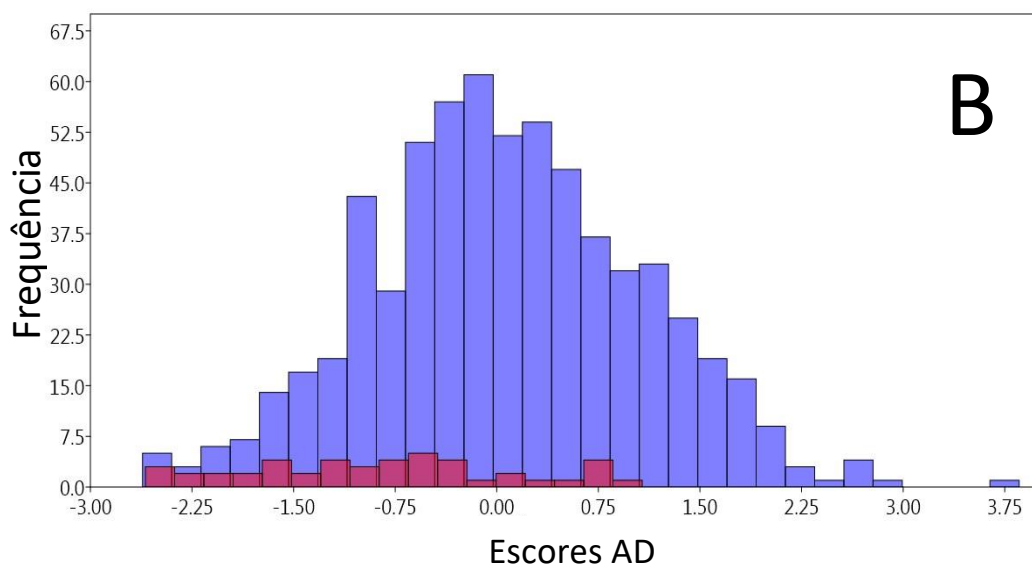
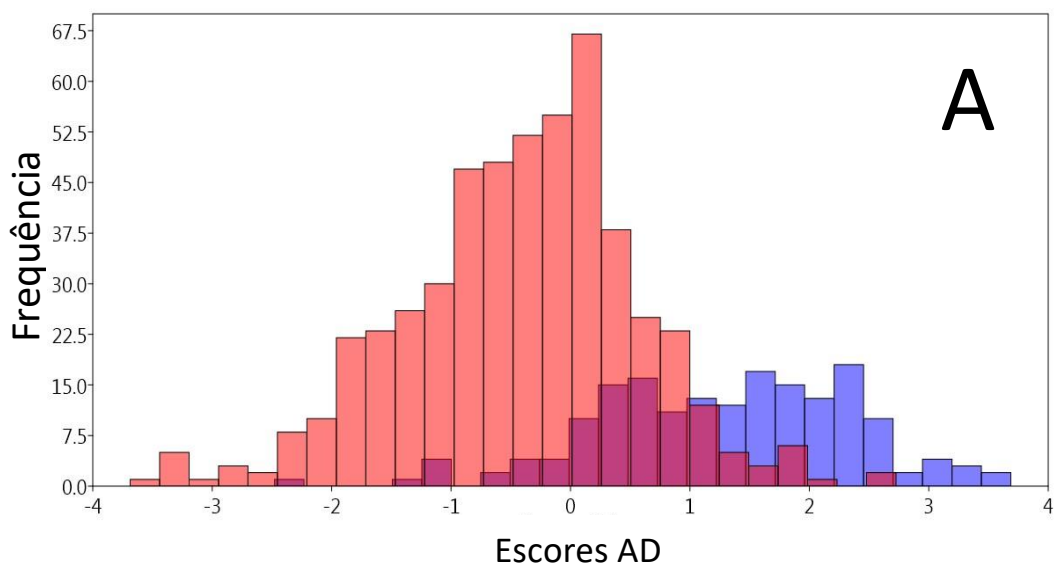


Figura 27: Análise Discriminante entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) para a amostragem total. Barras vermelhas representam indivíduos SG (A) e SM (B); Barras azuis representam indivíduos CG (A) e SM (B).

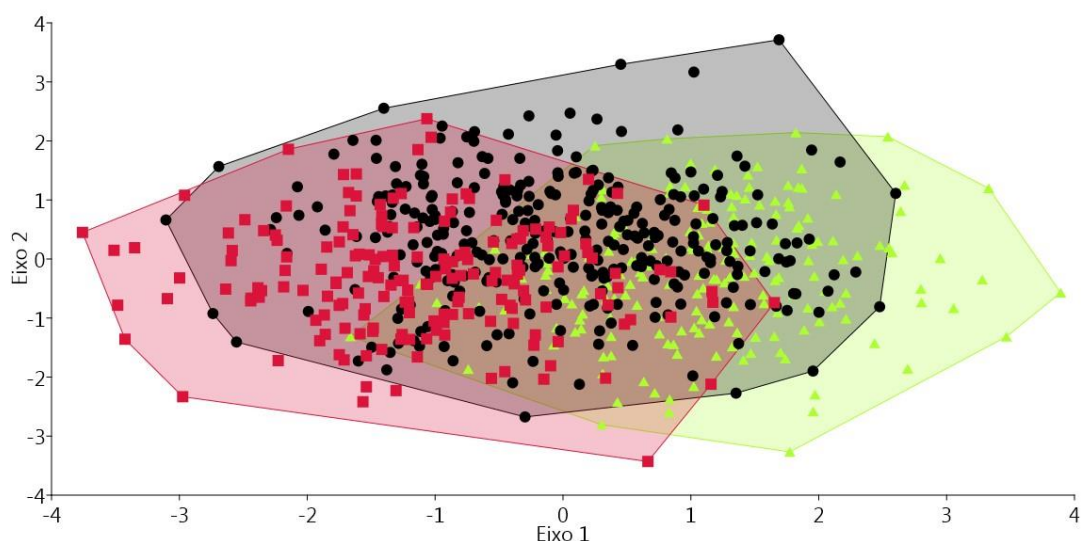


Figura 28: Análise Discriminante da amostragem total. Triângulos verdes representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos pretos representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Quadrados vermelhos representam sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

Tabela 10: Validação cruzada entre exemplares CG e SG de A1 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A1				
					%	
		Grupos preditos				
Grupos identif.		CG	SG	Total	CG	SG
	CG	33	21	54	CG 61,11	38,89
	SG	46	81	127	SG 36,22	63,78
	Total	79	102	181		

Tabela 11: Validação cruzada entre exemplares CG e SG de A2 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A2				
					%	
		Grupos preditos				
Grupos identif.		CG	SG	Total	CG	SG
	CG	65	17	82	CG 79,27	20,73
	SG	45	194	239	SG 18,83	81,17
	Total	110	211	321		

Tabela 12: Validação cruzada entre exemplares CG e SG de A3 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

A3							
					%		
Grupos preditos							
Grupos identif.		CG	SG	Total	CG	SG	
	CG	30	10	40	CG	75,00	25,00
	SG	24	119	143	SG	16,78	83,22
	Total	54	129	183			

Tabela 13: Validação cruzada entre exemplares CG e SG da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

GANCHO							
					%		
Grupos preditos							
Grupos identif.		CG	SG	Total	CG	SG	
	CG	134	43	177	CG	75,71	24,29
	SG	121	394	515	SG	23,50	76,50
	Total	255	437	692			

Tabela 14: Validação cruzada entre exemplares CG da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

CG									
					%				
Grupos preditos									
Grupos identif.		A1	A2	A3	Total	A1	A2	A3	
	A1	39	12	4	55	A1	70,91	21,82	7,27
	A2	18	43	21	82	A2	21,95	52,44	25,61
	A3	4	12	24	40	A3	10,00	30,00	60,00
	Total	61	67	49	177				

Tabela 15: Validação cruzada entre exemplares SG da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		SG							
								%	
		Grupos preditos							
Grupos identif.		A1	A2	A3	Total	A1	A2	A3	
	A1	79	41	14	134	A1	58,96	30,60	10,45
A2	62	113	64	239	A2	25,94	47,28	26,78	
A3	13	36	94	143	A3	9,09	25,17	65,73	
Total	154	190	172	516					

Tabela 16: Validação cruzada entre exemplares CM e SM de A1 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A1				
					%	
		Grupos preditos				
Grupos identif.		CM	SM	Total	CM	SM
	CM	149	30	179	CM	83,24
SM	4	6	10	SM	40,00	60,00
Total	153	36	189			

Tabela 17: Validação cruzada entre exemplares CM e SM de A2 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A2				
					%	
		Grupos preditos				
Grupos identif.		CM	SM	Total	CM	SM
	CM	235	72	307	CM	76,55
SM	10	4	14	SM	71,43	28,57
Total	245	76	321			

Tabela 18: Validação cruzada entre exemplares CM e SM de A3 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

A3						
					%	
					Grupos preditos	
Grupos identif.		CM	SM	Total	CM	SM
	CM	103	59	162	CM 63,58	36,42
	SM	11	10	21	SM 52,38	47,62
	Total	114	69	183		

Tabela 19: Validação cruzada entre exemplares CM e SM da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

MANCHA						
					%	
					Grupos preditos	
Grupos identif.		CM	SM	Total	CM	SM
	CM	420	226	646	CM 65,02	34,98
	SM	13	32	45	SM 28,89	71,11
	Total	433	258	691		

Tabela 20: Validação cruzada entre exemplares CM da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

CM								
						%		
						Grupos preditos		
Grupos identif.		A1	A2	A3	Total	A1	A2	A3
	A1	134	35	10	179	A1 74,86	19,55	5,59
	A2	78	141	88	305	A2 25,57	46,23	28,85
	A3	19	41	102	156	A3 12,18	26,28	65,38
	Total	231	217	200	640			

Tabela 21: Validação cruzada entre exemplares SM da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

SM									
						%			
Grupos preditos									
Grupos identif.		A1	A2	A3	Total		A1	A2	A3
	A1	10	0	0	10	A1	100,00	0,00	0,00
	A2	0	13	1	14	A2	0,00	92,86	7,14
	A3	1	1	19	21	A3	4,76	4,76	90,48
Total	11	14	20	45					

Tabela 22: Validação cruzada da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

AREAS									
						%			
Grupos preditos									
Grupos identif.		A1	A2	A3	Total		A1	A2	A3
	A1	143	35	10	188	A1	76,06	18,62	5,32
	A2	86	152	81	319	A2	26,96	47,65	25,39
	A3	15	36	126	177	A3	8,47	20,34	71,19
Total	244	223	217	684					

3.3. Morfometria Geométrica

3.3.1. Variações de tamanho

A Tabela 23 apresenta os resultados da ANOVA para as variações de tamanho médio do centroide entre todas as combinações de comparativos. Foram significativas as comparações com relação aos ganchos ($p < 0,001$), às áreas ($p < 0,001$), combinando ganchos e áreas ($p = 0,041$) e combinando áreas e manchas ($p = 0,029$). Os maiores valores de F estão nos dois primeiros comparativos, sendo $F = 42,555$ e $F = 23,987$ respectivamente.

Tabela 23: ANOVA para todas combinações de comparativos. GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; MQ = média dos quadrados; F = valor do teste de F; p = valor de significância. Resultados significativos em negrito.

ANOVA					
	GL	SQ	MQ	F	p
GANCHO	1	1,892	18,924	42,555	<0,001
ÁREAS	2	2,133	10,667	23,987	<0,001
MANCHA	1	0	0,000	0,008	0,928
GANCHO+ÁREAS	2	0,286	0,143	3,211	0,041
GANCHOS+MANCHA	1	0,042	0,042	0,94	0,333
ÁREAS+MANCHA	2	0,318	0,159	3,575	0,029
GANCHO+ÁREAS+MANCHA	2	0,041	0,021	0,46	0,631
RESÍDUOS	693	31	0,045		

3.3.1.1. Variação de tamanho entre exemplares com gancho e exemplares sem gancho

Na Tabela 24 e na Figura 29, pode ser visto a distribuição do tamanho do centroide para os exemplares sem ganchos (SG) e com ganchos (CG). Estas mostram que, em média, os exemplares CG são maiores que os SG quanto ao tamanho do centroide. O Teste-T, mostrou diferenças significativas entre os grupos ($t=-7,4645$; $p<0,001$). A Tabela 25 apresenta os resultados para o teste Tukey.

Tabela 24: Valores médios do tamanho do centroide para exemplares SG e CG.

LOG DO TAMANHO MÉDIO DO CENTROIDE	
SG	1,500
CG	1,620

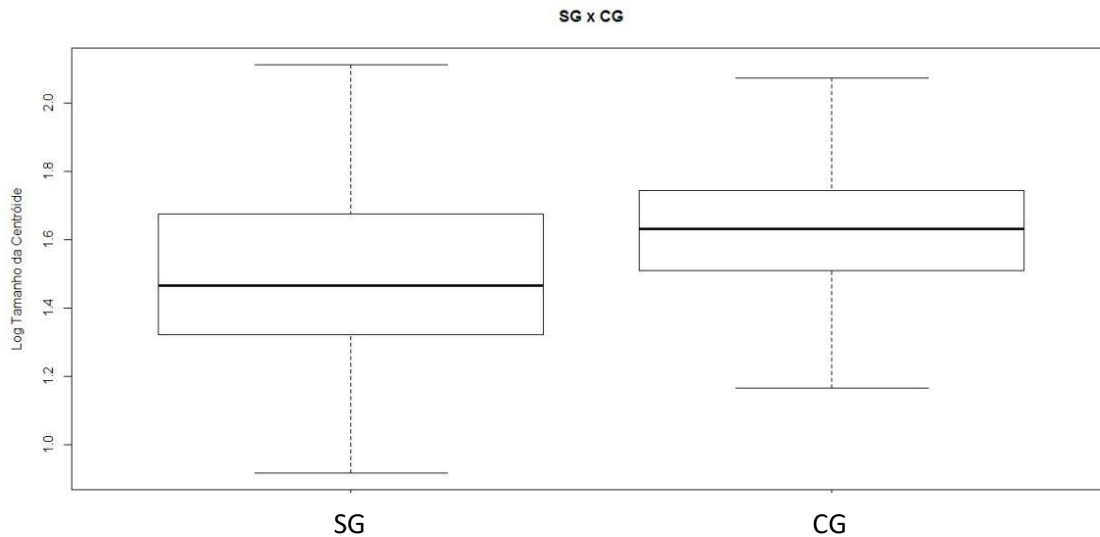


Figura 29: Distribuição do tamanho do centroide para indivíduos sem ganchos (SG) e com ganchos (CG). Linha horizontal, média; linhas verticais, intervalo de confiança de 95%.

Tabela 25: Valores do teste de Tukey para exemplares CG e SG. Dif = diferença aproximada entre as médias do centroide; LI = limite inferior do intervalo de confiança; LS = limite superior do intervalo de confiança; p = valor de significância. Resultado significativo em negrito.

POR GANCHO				
	Dif	LI	LS	p
CG-SG	0.119480	0.08351942	0.155440	<0,001
	1		7	

3.3.1.2. Variação de tamanho entre áreas

A Figura 30 mostra a variação de tamanho do centroide entre as áreas do estudo. Observa-se na Tabela 26 que, em média, A3 possui menor tamanho de centroide, possuindo diferença significativa quando comparada com a área A1 e a A2 ($p < 0,001$ em ambos os casos; tabela 27)

Tabela 26: Valores médios do tamanho do centroide para as áreas analisadas.

LOG DO TAMANHO MÉDIO DO CENTROIDE	
A1	1,539
A2	1,578
A3	1,437

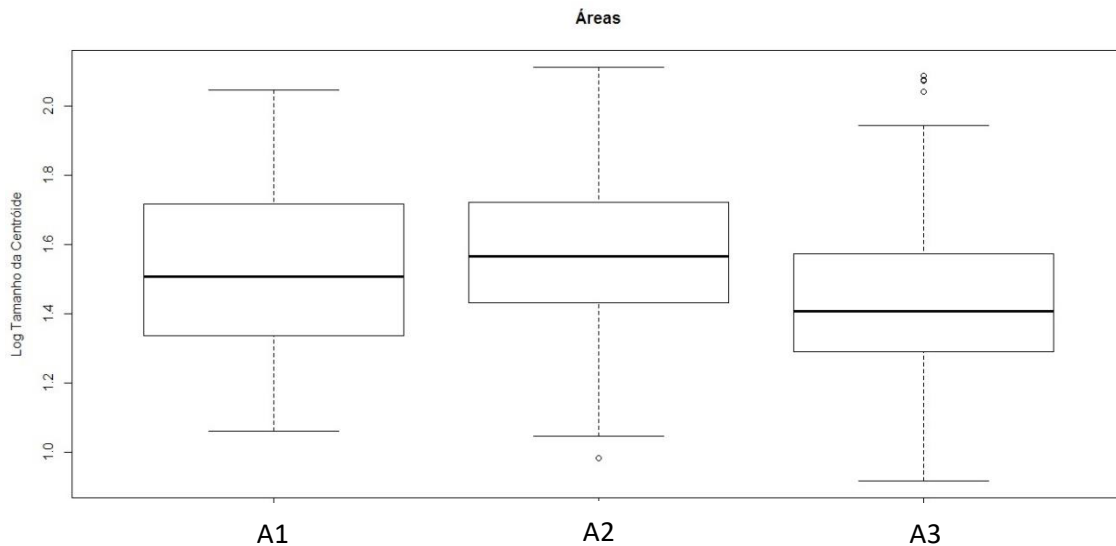


Figura 30: Distribuição do tamanho do centroide para as áreas analisadas. Linha horizontal, média; linhas verticais, intervalo de confiança de 95%; Pontos, “outliers”.

Tabela 27: Valores do teste de Tukey para as áreas analisadas. Dif = diferença aproximada entre as médias do centroide; LI = limite inferior do intervalo de confiança; LS = limite superior do intervalo de confiança; p = valor de significância. Resultados significativos em negrito.

POR ÁREA				
	Dif	LI	LS	p
A2-A1	0,042	-0,003	0,086	0,075
A3-A1	-0,093	-0,144	-0,042	<0,001
A3-A2	-0,134	-0,180	-0,089	<0,001

3.3.1.3. Variação de tamanho entre exemplares com gancho e exemplares sem gancho dentro de cada área

A Figura 31 apresenta o gráfico de *boxplot* para a variação de tamanho do centroide entre exemplares SG e CG de acordo com sua área. A Tabela 25 apresenta os resultados para o teste Tukey, com as áreas A1 e A3 apresentando diferenças internas significativas, $p=0,001$ e $p<0,001$ respectivamente. Outras diferenças significativas ocorrem entre as áreas, sendo, principalmente, dos exemplares sem ganchos de A3 (SG:A3) com as demais.

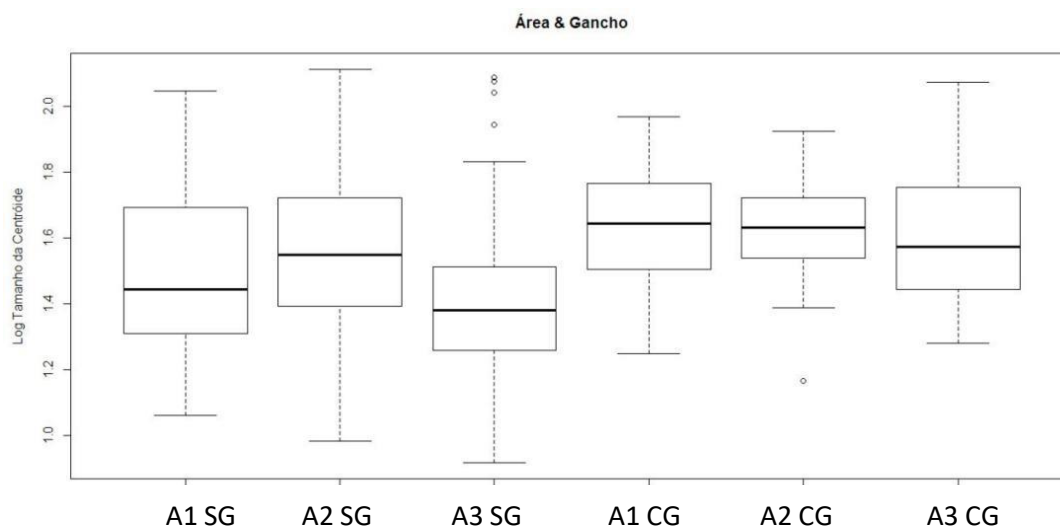


Figura 31: Distribuição do tamanho do centroide para exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG), de acordo com a área analisada. Linha horizontal, média; Linhas verticais, intervalo de confiança de 95%; Pontos, “outliers”.

Tabela 25: Valores do teste de Tukey para exemplares CG e SG, de acordo com a área analisada. Dif = diferença aproximada entre as médias do centroide; LI = limite inferior do intervalo de confiança; LS = limite superior do intervalo de confiança; p = valor de significância. Resultados significativos em negrito.

POR GANCHOS+ÁREA				
	Dif	LI	LS	p
CG:A1-SG:A1	0,133	0,038	0,228	0,001
SG:A2-SG:A1	0,059	-0,005	0,123	0,091
CG:A2-SG:A1	0,126	0,043	0,209	<0,001
SG:A3-SG:A1	-0,102	-0,173	-0,031	0,001
CG:A3-SG:A1	0,079	-0,031	0,189	0,315
SG:A2-CG:A1	-0,074	-0,164	0,015	0,169
CG:A2-CG:A1	-0,007	-0,111	0,097	1,000
SG:A3-CG:A1	-0,235	-0,329	-0,140	<0,001
CG:A3-CG:A1	-0,054	-0,181	0,073	0,828
CG:A2-SG:A2	0,067	-0,010	0,144	0,126
SG:A3-SG:A2	-0,161	-0,224	-0,097	<0,001
CG:A3-SG:A2	0,020	-0,085	0,125	0,994
SG:A3-CG:A2	-0,228	-0,311	-0,145	<0,001
CG:A3-CG:A2	-0,047	-0,165	0,071	0,866
CG:A3-SG:A3	0,181	0,071	0,291	<0,001

3.3.1.4. Variação de tamanho entre exemplares com segunda mancha presente e exemplares com segunda mancha ausente dentro de cada área

Na Figura 32, está presente o gráfico da variação do tamanho do centroide entre exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) dentro de cada área. Nenhuma das áreas apresentou diferença interna significativa, ocorrendo diferenciação apenas entre indivíduos de áreas diferentes (Tabela 26).

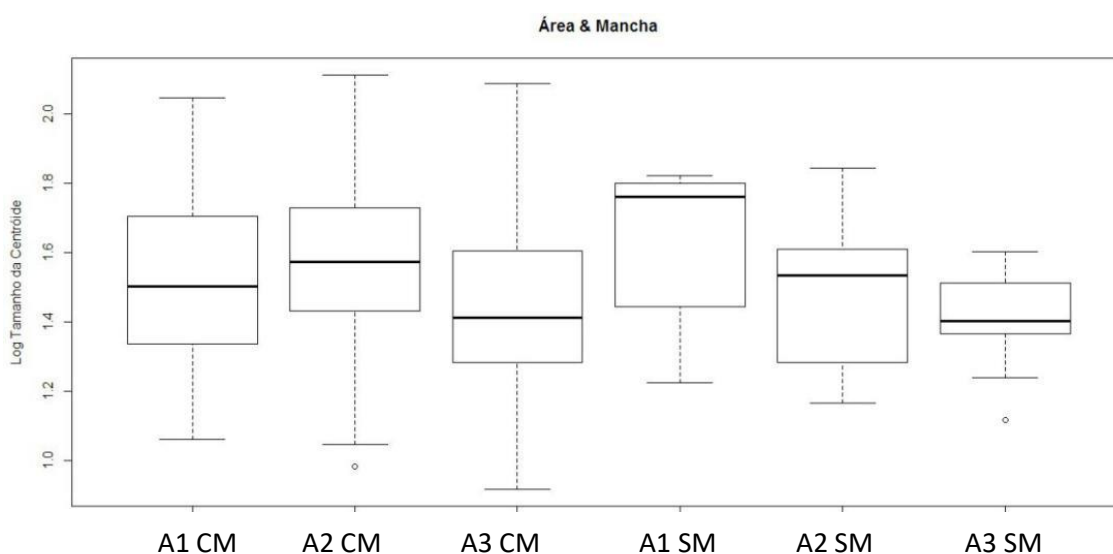


Figura 32: Distribuição do tamanho do centroide para exemplares com segunda mancha presente (CM) e exemplares com segunda mancha ausente (SM), de acordo com a área analisada. Linha horizontal, média; Linhas verticais, intervalo de confiança de 95%; Pontos, “outliers”.

Tabela 26: Valores do teste de Tukey para exemplares CM e SM, de acordo com a área analisada. Dif = diferença aproximada entre as médias do centroide; LI = limite inferior do intervalo de confiança; LS = limite superior do intervalo de confiança; p = valor de significância. Resultados significativos em negrito.

POR ÁREA+MANCHA				
	Dif	LI	LS	p
A2:CM-A1:CM	0,053	-0,003	0,109	0,071
A3:CM-A1:CM	-0,086	-0,151	-0,022	0,002
A1:SM-A1:CM	0,116	-0,063	0,296	0,436
A2:SM-A1:CM	-0,058	-0,225	0,109	0,921
A3:SM-A1:CM	-0,082	-0,221	0,057	0,540
A3:CM-A2:CM	-0,140	-0,198	-0,081	0,000
A1:SM-A2:CM	0,063	-0,115	0,240	0,915
A2:SM-A2:CM	-0,111	-0,276	0,053	0,384
A3:SM-A2:CM	-0,135	-0,271	0,001	0,052
A1:SM-A3:CM	0,202	0,022	0,383	0,017

A2:SM-A3:CM	0,029	-0,139	0,196	0,997
A3:SM-A3:CM	0,005	-0,135	0,144	1,000
A2:SM-A1:SM	-0,174	-0,411	0,063	0,290
A3:SM-A1:SM	-0,198	-0,416	0,020	0,100
A3:SM-A2:SM	-0,024	-0,232	0,184	0,999

Os resultados do Teste-T para o tamanho do centroide, entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG) e entre exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM), dentro de cada área, são apresentados na Tabela 27. Em todas as áreas e no comparativo geral, a diferença entre CG e SG é significativa. Contudo, o mesmo não ocorre entre os exemplares CM e SM, não possuindo valores de P significativo em nenhuma das áreas ou no comparativo geral.

Tabela 27: Valores do Teste-T e seu respectivo valor de p. Resultados significativos em negrito.

TESTE-T			
		Valor de t	Valor de p
GERAL	CG x SG	-7,465	<0,001
	CM x SM	1,325	0,191
A1	CG x SG	-4,374	0,02
	CM x SM	-1,545	0,148
A2	CG x SG	-3,109	0,002
	CM x SM	1,908	0,077
A3	CG x SG	-5,148	0,003
	CM x SM	0,496	0,623

3.3.2. Variações na forma

3.3.2.1. Análise dos Componentes Principais

A Análise dos Componentes Principais (ACP) mostra a variação apresentada entre todos os indivíduos das três áreas analisadas, entre os indivíduos com ganchos (CG), sem ganchos (SG), com segunda mancha presente (CM) e com segunda mancha ausente (SM). Para os dois primeiros eixos principais (PC1 e PC2), não foi observado nenhum padrão de separação entre os grupos nas diferentes ACP's (Figuras 33 até 35). Os valores das porcentagens de variação dos dois primeiros componentes principais estão na Tabela 28.

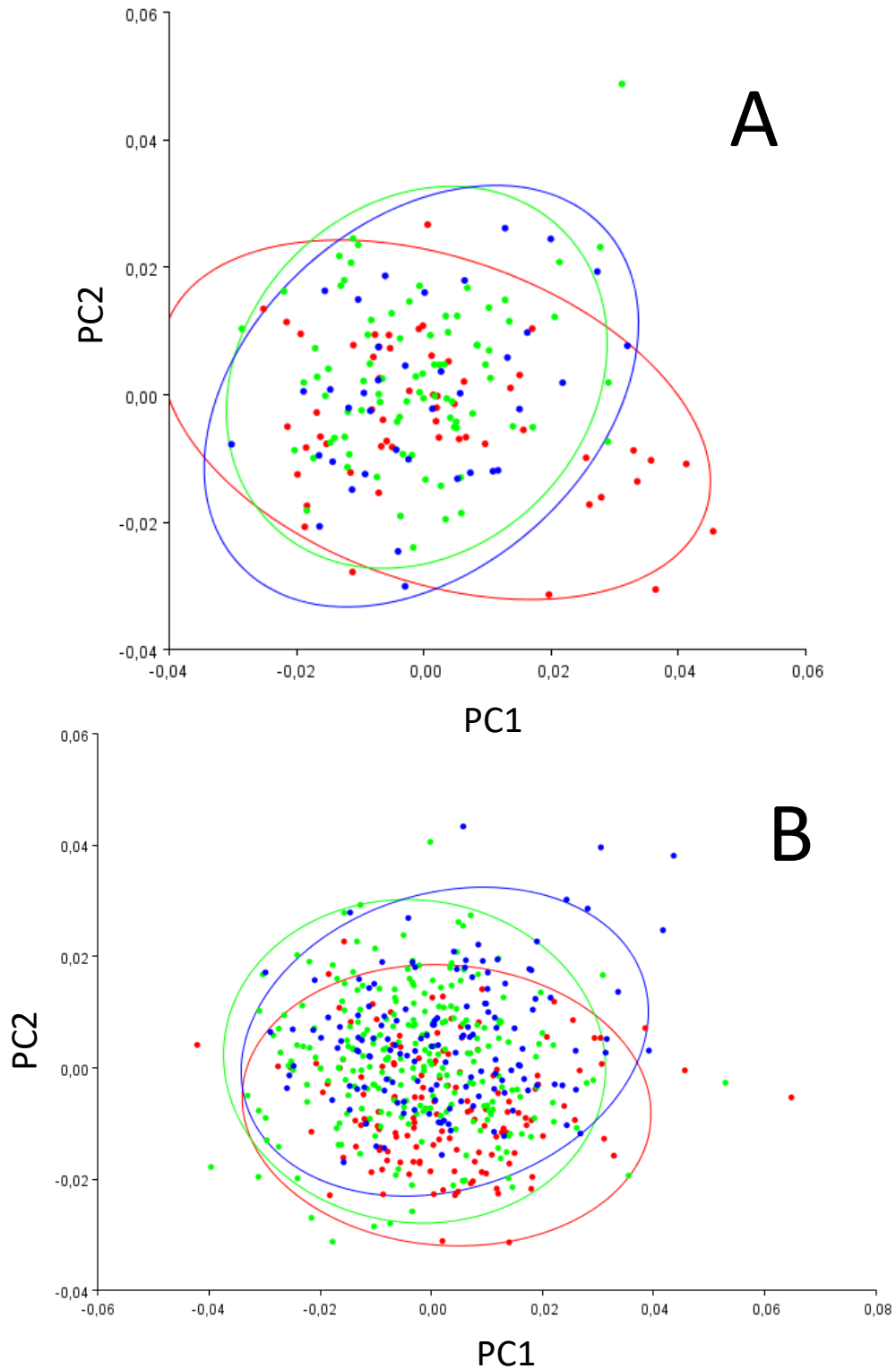


Figura 33: Análise dos Componentes Principais de exemplares com ganchos CG (A) e sem ganchos SG (B) entre as três áreas. Pontos vermelhos representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos verdes representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Pontos azuis representam o sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

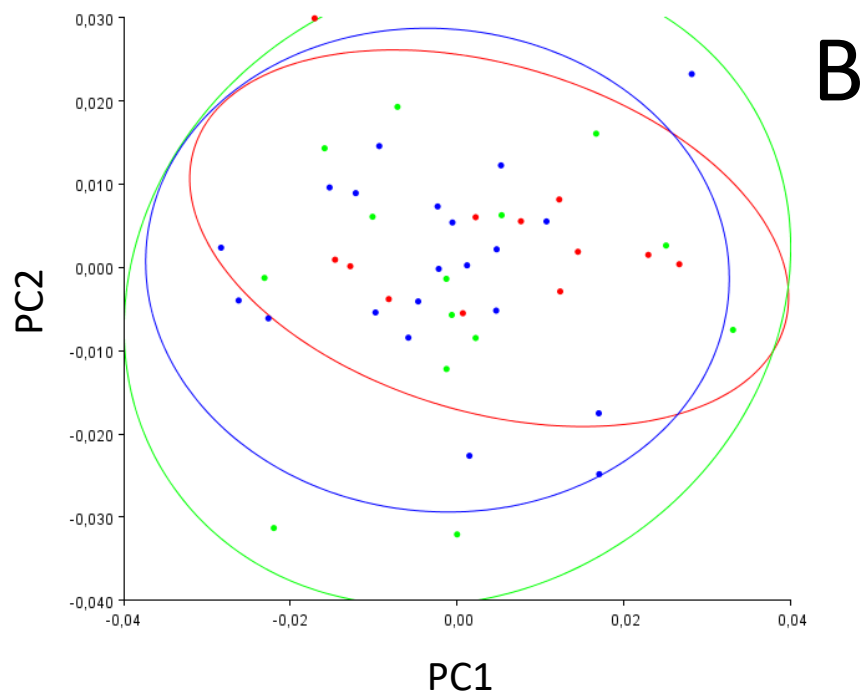
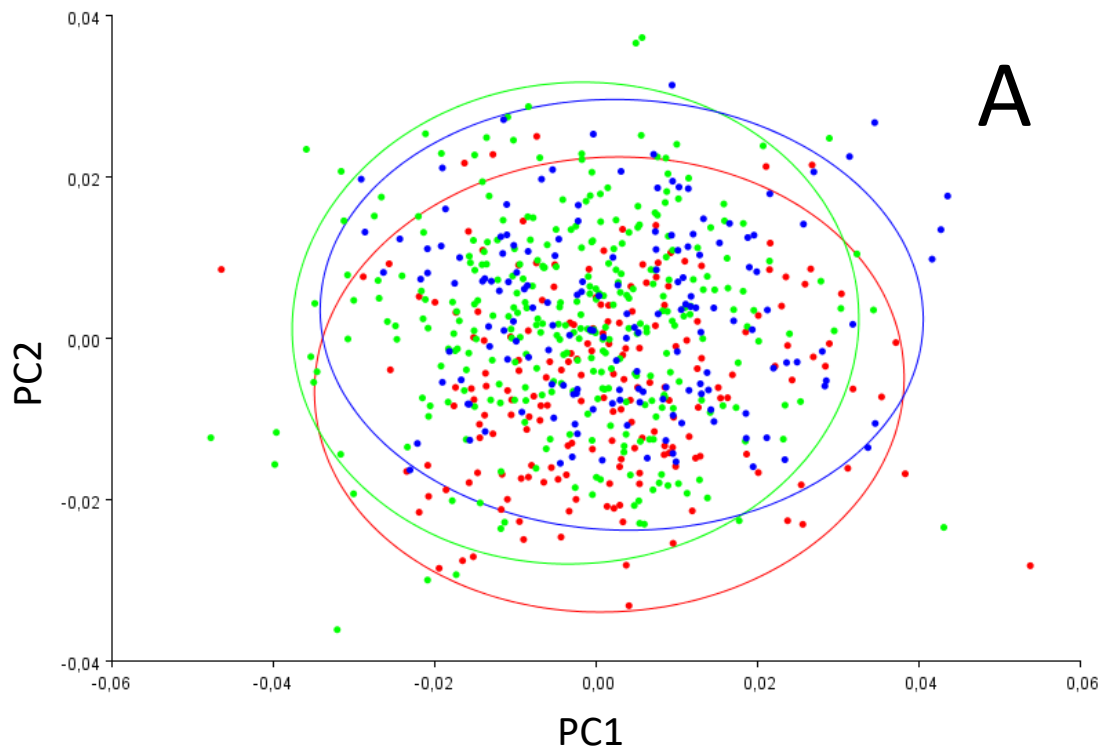


Figura 34: Análise dos Componentes Principais de exemplares com segunda mancha presente CM (A) e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) entre as três áreas. Pontos vermelhos representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos verdes representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Pontos azuis representam o sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

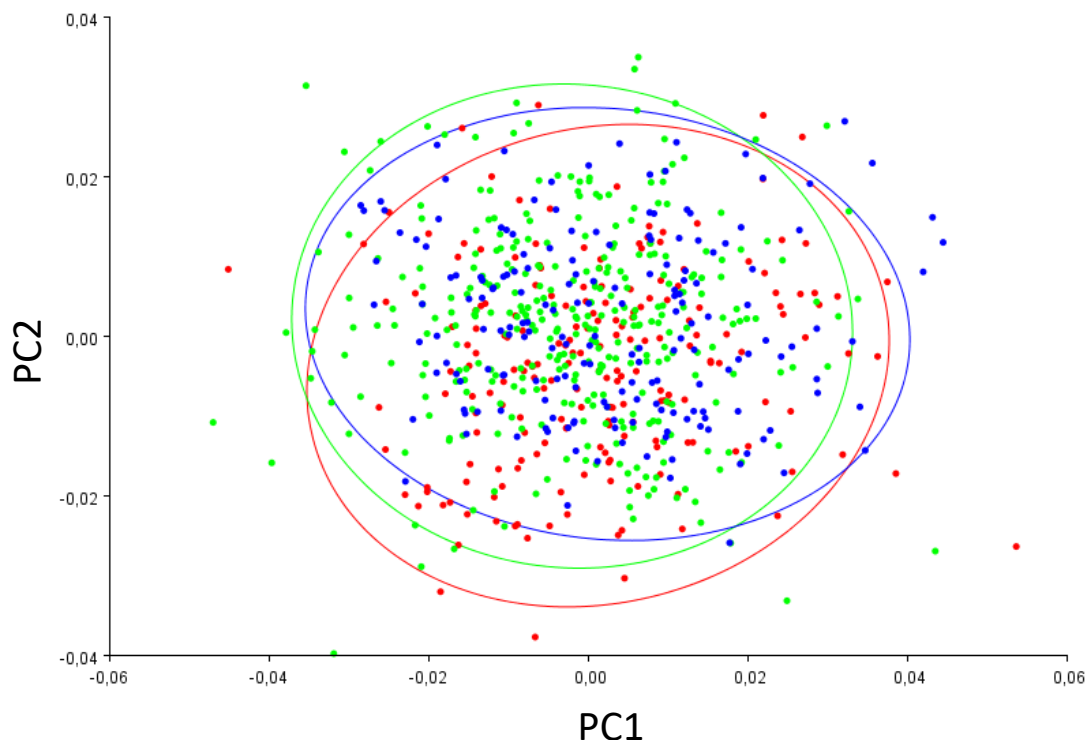


Figura 35: Análise dos Componentes Principais da amostragem total. Pontos vermelhos representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos verdes representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Pontos azuis representam o sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

Tabela 28: Porcentagem de variação dos dois primeiros eixos da Análise dos Componentes Principais

%	EIXOS		
	PC1	PC2	TOTAL
ÁREA	22,466	14,834	37,3
CG	22,215	16,732	38,947
SG	21,565	14,452	36,017
CM	22,018	14,737	36,755
SM	24,075	16,853	40,928

As Figuras 36 até 39 apresentam o padrão de variação entre os indivíduos com ganchos (CG) e sem ganchos (SG) e entre os indivíduos com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) dentro de cada área analisada e de toda a amostra. A Tabela 29 contém as porcentagens de variação dos dois primeiros componentes principais de cada análise.

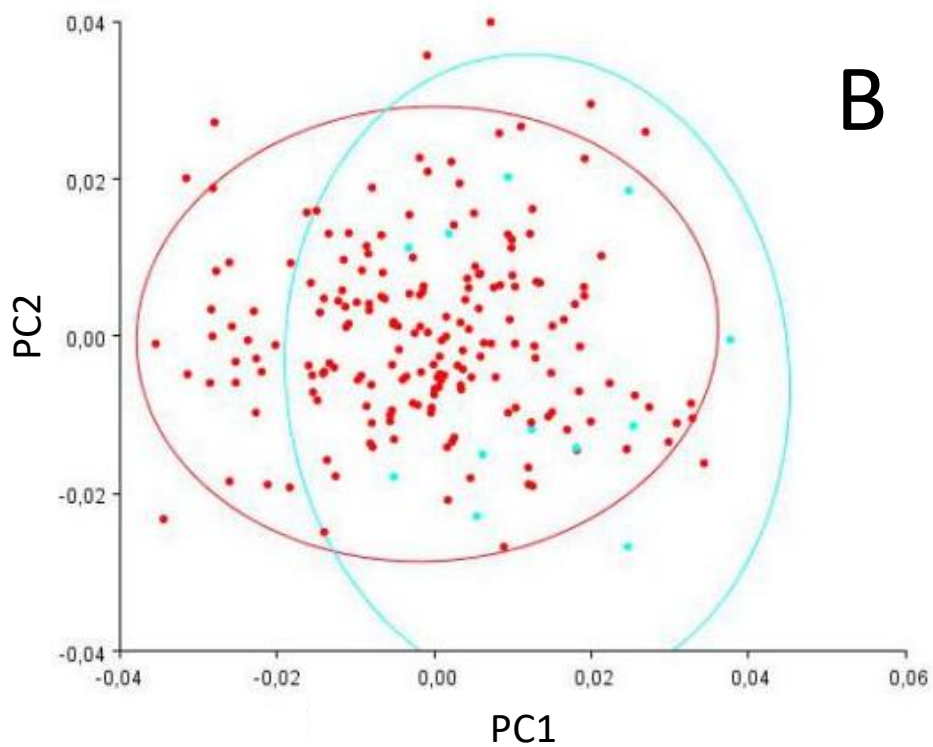
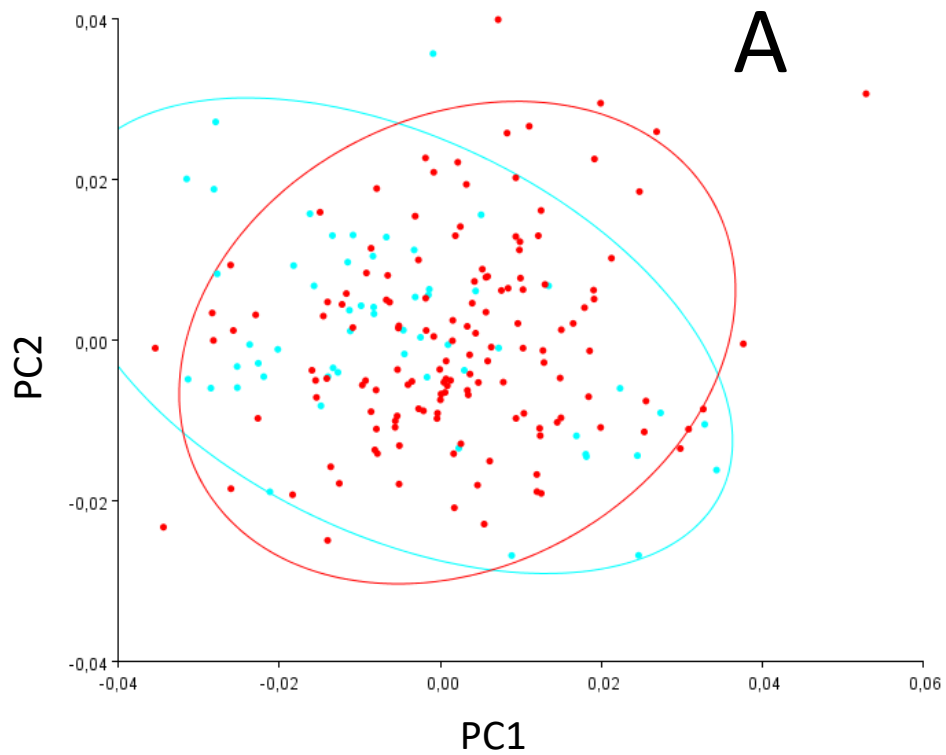


Figura 36: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e segunda mancha ausente SM (B) para o sistema do rio Tramandaí (Área 1). Pontos vermelhos representam exemplares SG (A) e CM (B); Pontos azuis representam exemplares CG (A) e SM (B).

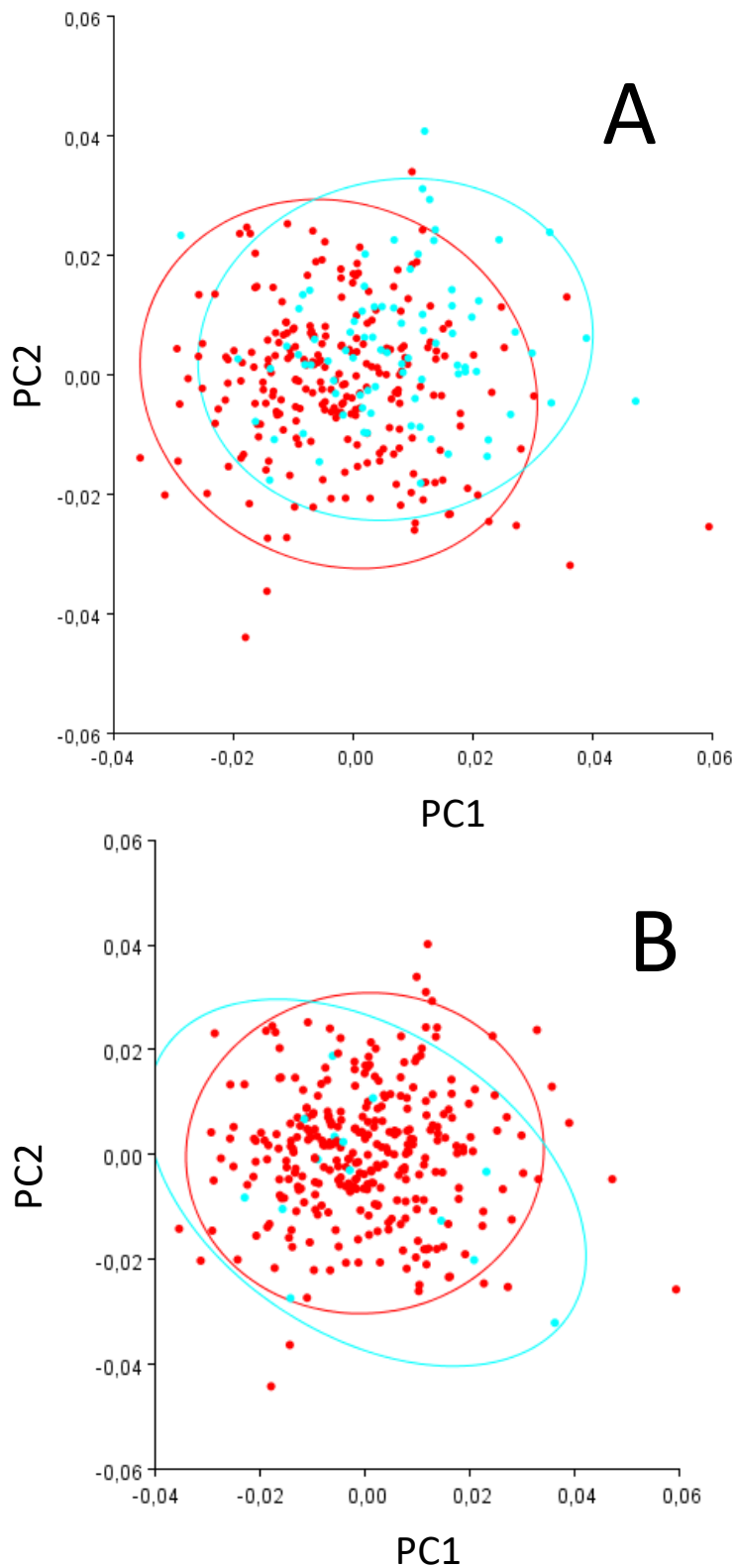


Figura 37: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e segunda mancha ausente SM (B) para o sistema da laguna dos Patos (Área 2). Pontos vermelhos representam exemplares SG (A) e CM (B); Pontos azuis representam exemplares CG (A) e SM (B).

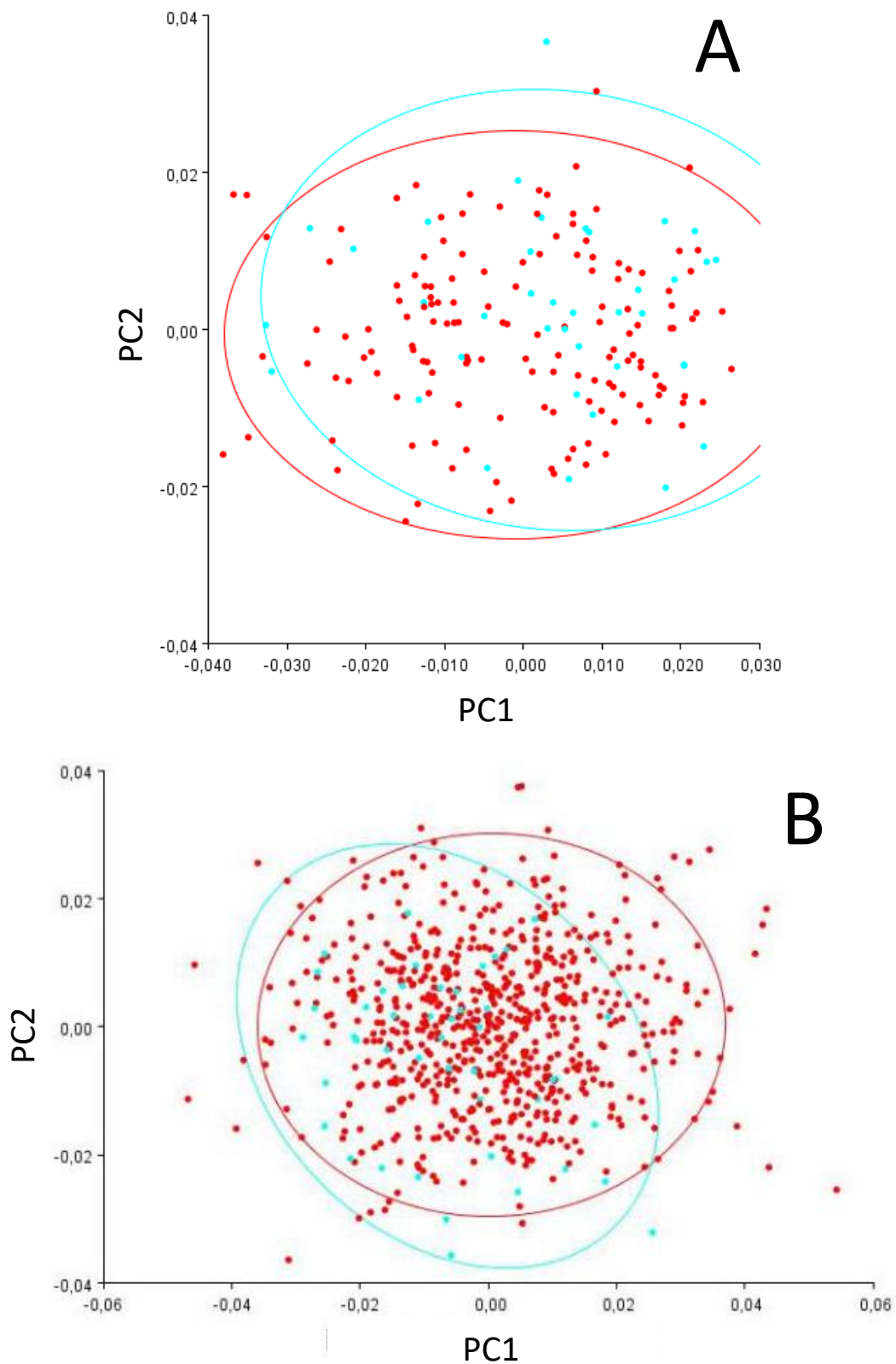


Figura 38: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e segunda mancha ausente SM (B) para o sistema do médio-baixo rio Uruguai (Área 3). Pontos vermelhos representam exemplares SG (A) e CM (B); Pontos azuis representam exemplares CG (A) e SM (B).

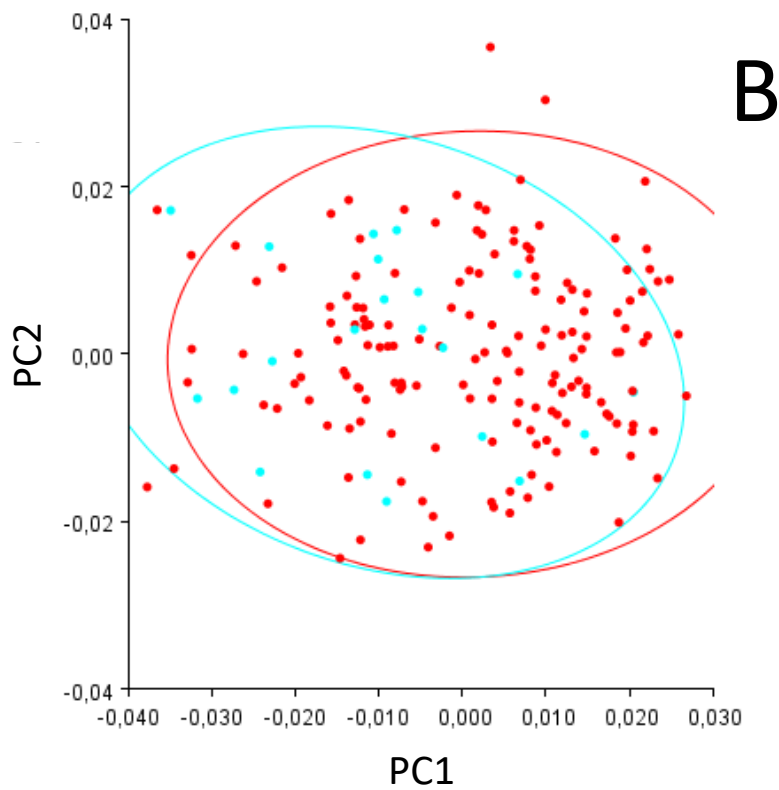
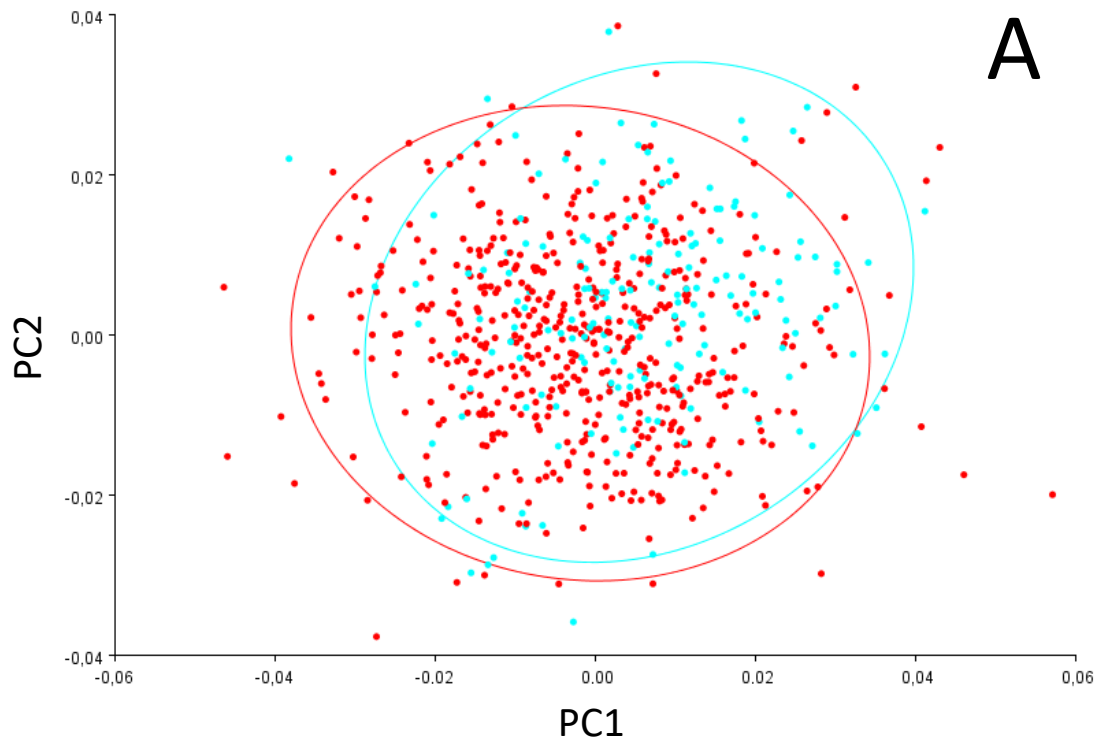


Figura 39: Análise dos Componentes Principais entre exemplares com ganchos CG e sem ganchos SG (A) e entre exemplares com segunda mancha presente CM e segunda mancha ausente SM (B) para a amostragem total. Pontos vermelhos representam exemplares SG (A) e CM (B); Pontos azuis representam exemplares CG (A) e SM (B).

Tabela 27: Porcentagem de variação dos dois primeiros componentes principais para cada grupo analisado dentro de sua respectiva área.

%	EIXOS		
	PC1	PC2	TOTAL
GANCHO	21,197	15,014	36,211
MANCHA	21,892	15,013	36,905
A1 GANCHO	25,73	16,229	41,959
A1 MANCHA	25,73	16,229	41,959
A2 GANCHO	20,072	16,079	36,151
A2 MANCHA	20,072	16,079	36,151
A3 GANCHO	24,952	12,678	37,63
A3 MANCHA	25,952	13,678	39,63

3.3.2.2. Variáveis Canônicas e discriminante entre áreas

A Análise de Variáveis Canônicas (AVC), apresenta de forma gráfica, as diferenças relativas as formas dos exemplares em cada área. A CV1 explicou 79,5% da variação e a CV2 20,5%. A Figura 40 demonstra o posicionamento dos exemplares da A1 em escores mais baixo da CV1, enquanto as áreas A2 e A3 ocupam escores mais altos e possuem maior sobreposição entre elas. Na função discriminante (Figura 41) as áreas foram analisadas par a par e foi gerada a Tabela 28 que apresenta a matriz de validação cruzada para cada comparação realizada. Nas duas primeiras comparações (Figura 41A, B), observa-se a formação de dois picos gráficos para cada população e na comparação entre A2 e A3 (Figura 41C) ocorre uma sobreposição maior que distingue apenas um pico gráfico.

Observa-se na Tabela 28, que A1 possui menores valores de espécimes classificados erroneamente nas comparações com as outras áreas (22,22% na comparação entre A1 e A2 e 18,18% entre A1 e A3), enquanto aproximadamente 30% dos exemplares são classificados de maneira errada na comparação entre A2 e A3.

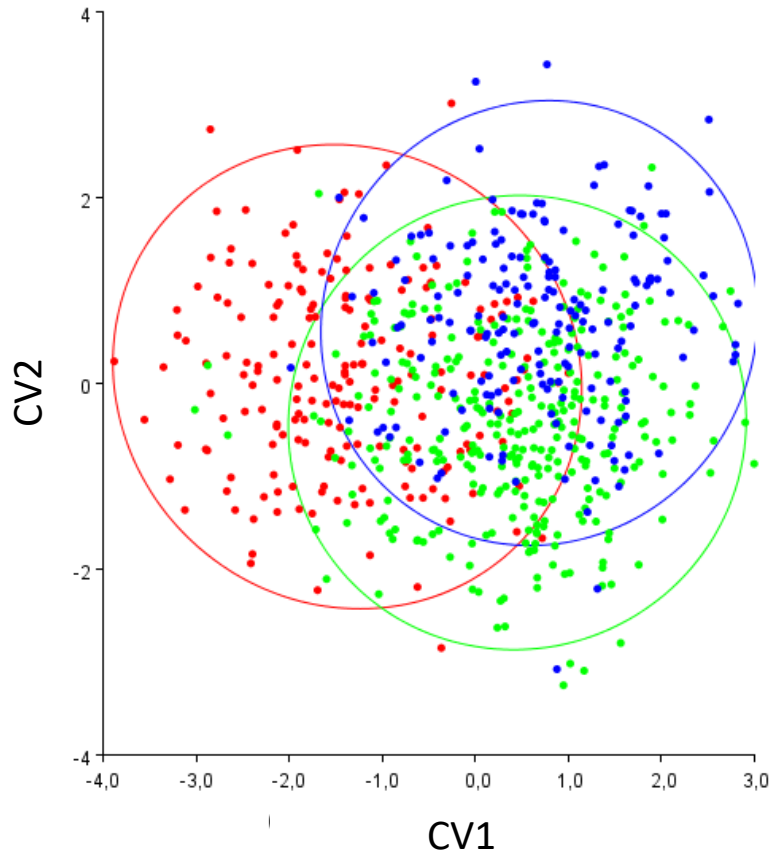
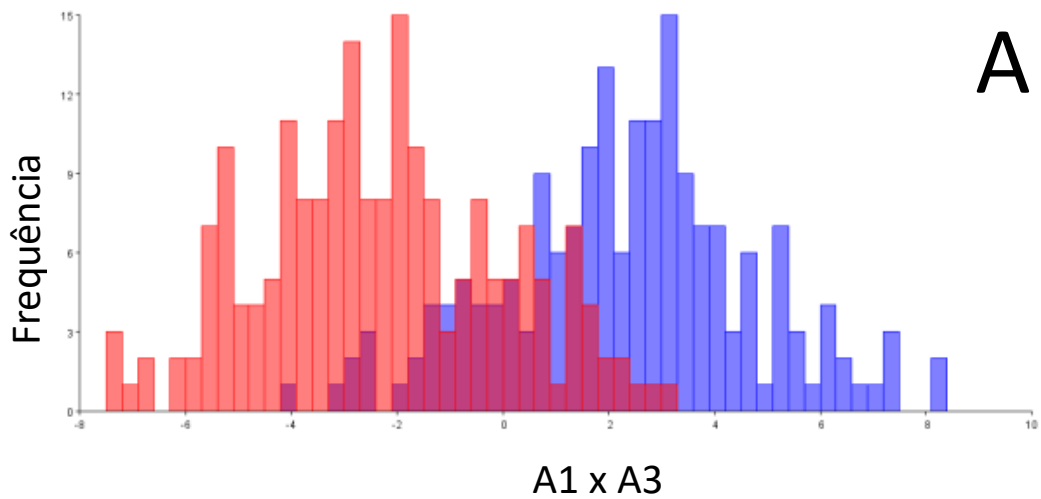


Figura 40: Escores dos dois primeiros eixos canônicos para a amostragem total. Pontos vermelhos representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos verdes representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Pontos azuis representam o sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.



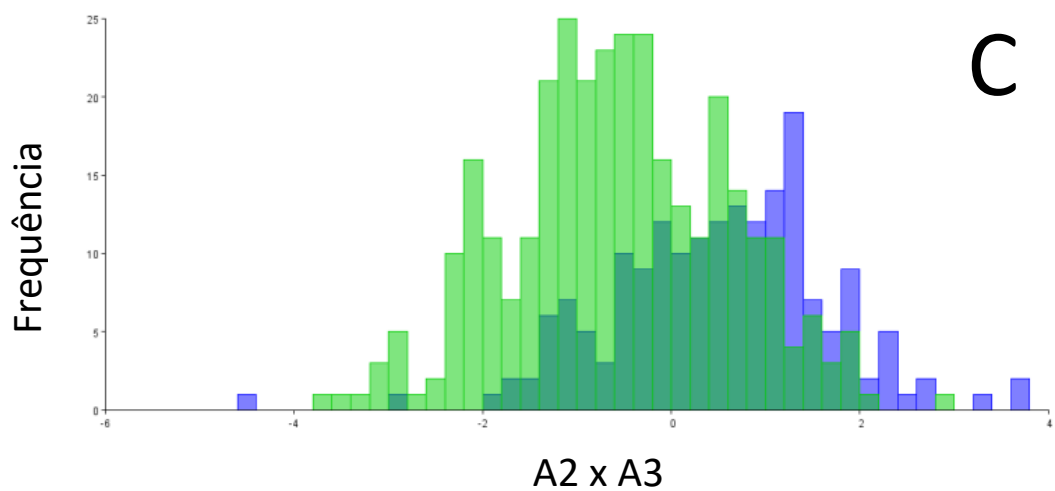
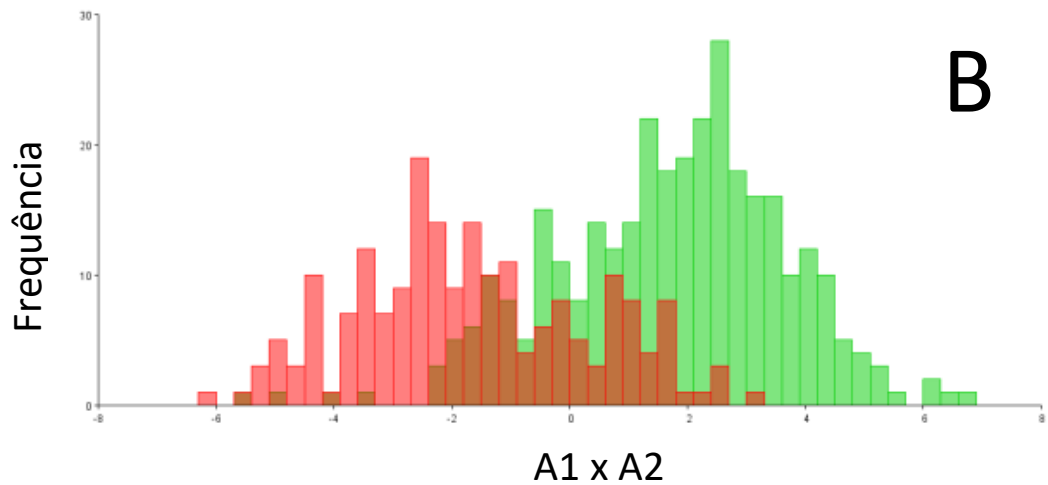


Figura 41: Escores da AD entre áreas par a par, sendo A1 vs. A3 (A), A1 vs. A2 (B) e A2 vs. A3 (C). Barras vermelhas representam o sistema do rio Tramandaí, A1; Barras verdes representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Barras azuis representam o sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3. Eixo horizontal representa os escores da AD.

Tabela 28: Validação Cruzada para a amostragem geral. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito representam os espécimes que foram classificados erroneamente.

		ÁREAS						
		Grupos preditos						
Grupos identif.		A1	A2	A1	A3	A2	A3	TOTAL
	A1	154	44	162	36	-	-	198
	A2	67	257	-	-	224	100	324
	A3	-	-	31	152	59	124	183
		%						
Grupos identif.		A1	A2	A1	A3	A2	A3	
	A1	77,78	22,22	81,82	18,18	-	-	
	A2	20,68	79,32	-	-	69,14	30,86	
	A3	-	-	16,94	83,06	32,24	67,76	

3.3.2.3. Variáveis Canônicas e discriminante entre áreas por caracteres selecionados

As Figuras 42 e 43 representam as comparações entre as áreas, utilizando separadamente para cada análise, apenas os exemplares que possuíam ou não o respectivo caráter selecionado. Para o gráfico dos exemplares com ganchos (CG), a CV1 explicou 77,95% da variação e a CV2 22,05% e para o grupo dos indivíduos sem ganchos (SG), a CV1 explicou 75,65% e a CV2 24,35%. No grupo dos exemplares com segunda mancha presente (CM), a CV1 explicou 80,69% e a CV2 19,31% e para os exemplares com segunda mancha ausente (SM), a CV1 explicou 80,69% e a CV2 19,31% da variação. A Figura 42B e a Figura 43A mostram a A1 ocupando os valores mais negativos da CV1, enquanto as outras duas áreas ocupam valores mais positivos e possuem maior sobreposição entre elas. Contudo, na Figura 42A e na Figura 43B a A1 ocupa os valores mais positivos da CV1, a sobreposição entre A2 e A3 se mantém em ambos os gráficos da Figura 42, mas, na Figura 43B, as três áreas têm pouca sobreposição.

Nas Tabelas 29 até 32, é possível observar que o padrão visto na análise anterior se manteve, tendo A1 com o menor erro de classificação com relação às comparações com A2 e A3 e mantendo aproximadamente a mesma porcentagem de erro (30%) nas comparações entre as áreas A2 e A3. Nota-se

que a Tabela 32 contém um baixo número de exemplares e foge do padrão observado nas outras análises.

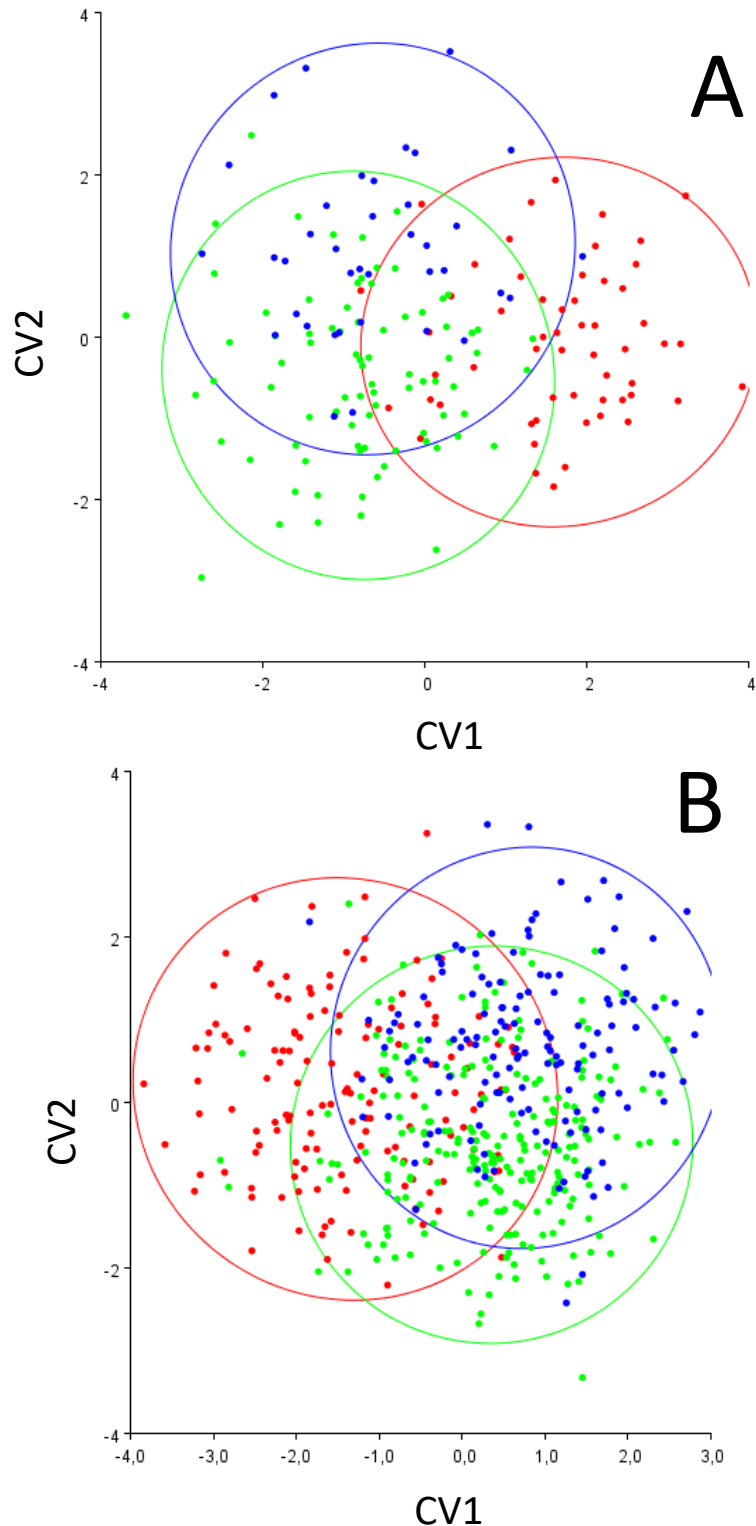


Figura 42: Escores dos dois primeiros eixos canônicos de exemplares com ganchos CG (A) e sem ganchos SG (B) entre as três áreas. Pontos vermelhos representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos verdes representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Pontos azuis representam o sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

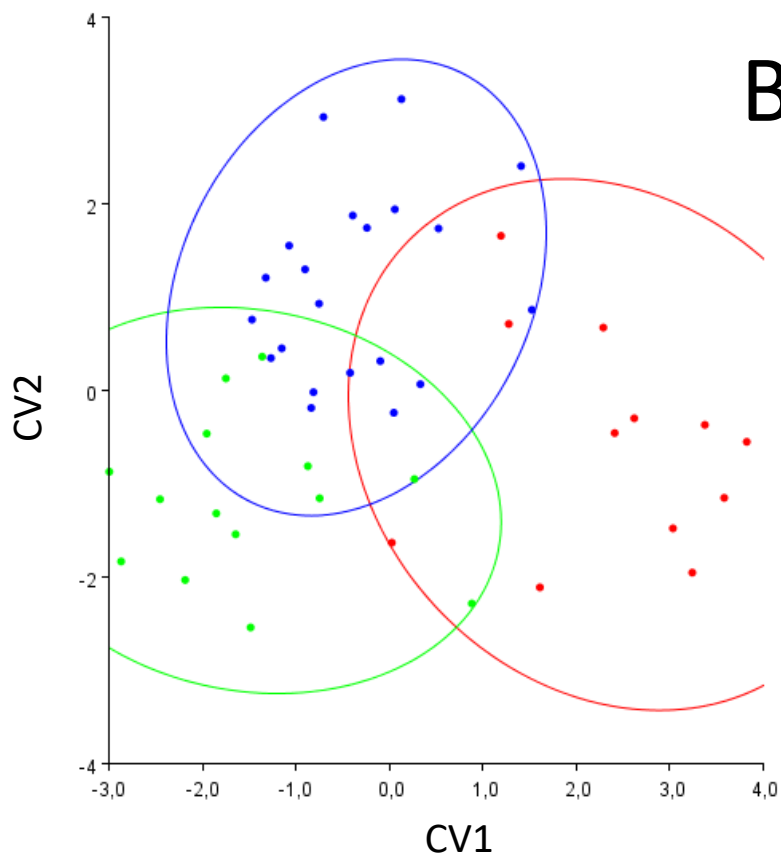
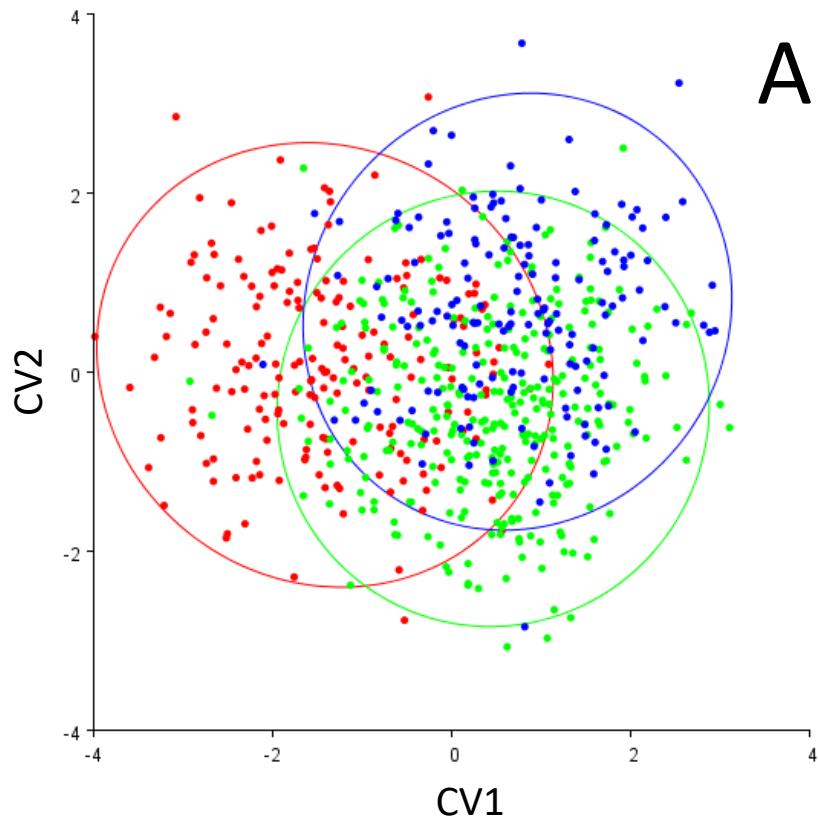


Fig. 43: Escores dos dois primeiros eixos canônicos para de exemplares com segunda mancha presente CM (A) e exemplares com segunda mancha ausente SM (B) entre as três áreas. Pontos vermelhos representam sistema do rio Tramandaí, A1; Pontos verdes representam o sistema da laguna dos Patos, A2; Pontos azuis representam o sistema do médio-baixo rio Uruguai, A3.

Tabela 29: Validação cruzada entre exemplares CG da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		CG						
		Grupos preditos						
		A1	A2	A1	A3	A2	A3	TOTAL
Grupos identif.	A1	47	9	48	8	-	-	56
	A2	13	70	-	-	58	25	83
	A3	-	-	8	32	13	27	40
		%						
		A1	A2	A1	A3	A2	A3	
Grupos identif.	A1	83,93	16,07	85,71	14,29	-	-	
	A2	15,66	84,34	-	-	69,88	30,12	
	A3	-	-	20,00	80,00	32,50	67,50	

Tabela 30: Validação cruzada entre exemplares SG da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		SG						
		Grupos preditos						
		A1	A2	A1	A3	A2	A3	TOTAL
Grupos identif.	A1	109	33	114	28	-	-	142
	A2	46	195	-	-	164	76	241
	A3	-	-	27	116	46	97	143
		%						
		A1	A2	A1	A3	A2	A3	
Grupos identif.	A1	76,76	23,24	80,28	19,72	-	-	
	A2	19,09	80,91	-	-	68,05	31,54	
	A3	-	-	18,88	81,12	32,17	67,83	

Tabela 31: Validação cruzada entre exemplares CM da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		CM						
		Grupos preditos						
Grupos identif.		A1	A2	A1	A3	A2	A3	TOTAL
	A1	144	42	157	29	-	-	186
	A2	62	248	-	-	216	94	310
	A3	-	-	28	134	54	108	162
		%						
Grupos identif.		A1	A2	A1	A3	A2	A3	
	A1	77,42	22,58	84,41	15,59	-	-	
	A2	20,00	80,00	-	-	69,68	30,32	
	A3	-	-	17,28	82,72	33,33	66,67	

Tabela 32: Validação cruzada entre exemplares SM da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		SM						
		Grupos preditos						
Grupos identif.		A1	A2	A1	A3	A2	A3	TOTAL
	A1	7	5	8	4	-	-	12
	A2	6	8	-	-	7	7	14
	A3	-	-	2	19	5	16	21
		%						
Grupos identif.		A1	A2	A1	A3	A2	A3	
	A1	58,33	41,67	66,67	33,33	-	-	
	A2	42,86	57,14	-	-	50,00	50,00	
	A3	-	-	9,52	90,48	23,81	76,19	

3.3.2.4. Variáveis Canônicas e discriminante por caráter selecionado

A Figura 44 mostra a distribuição dos exemplares CG e SG (A) e dos exemplares CM e SM (B) ao longo da CV1 nas suas respectivas comparações. Em ambos os casos, há sobreposição entre os grupos.

Nas Tabelas 33 e 34, observa-se que, em ambas as comparações, os valores de exemplares erroneamente classificados são elevados (entre 28,57% e 42,55%).

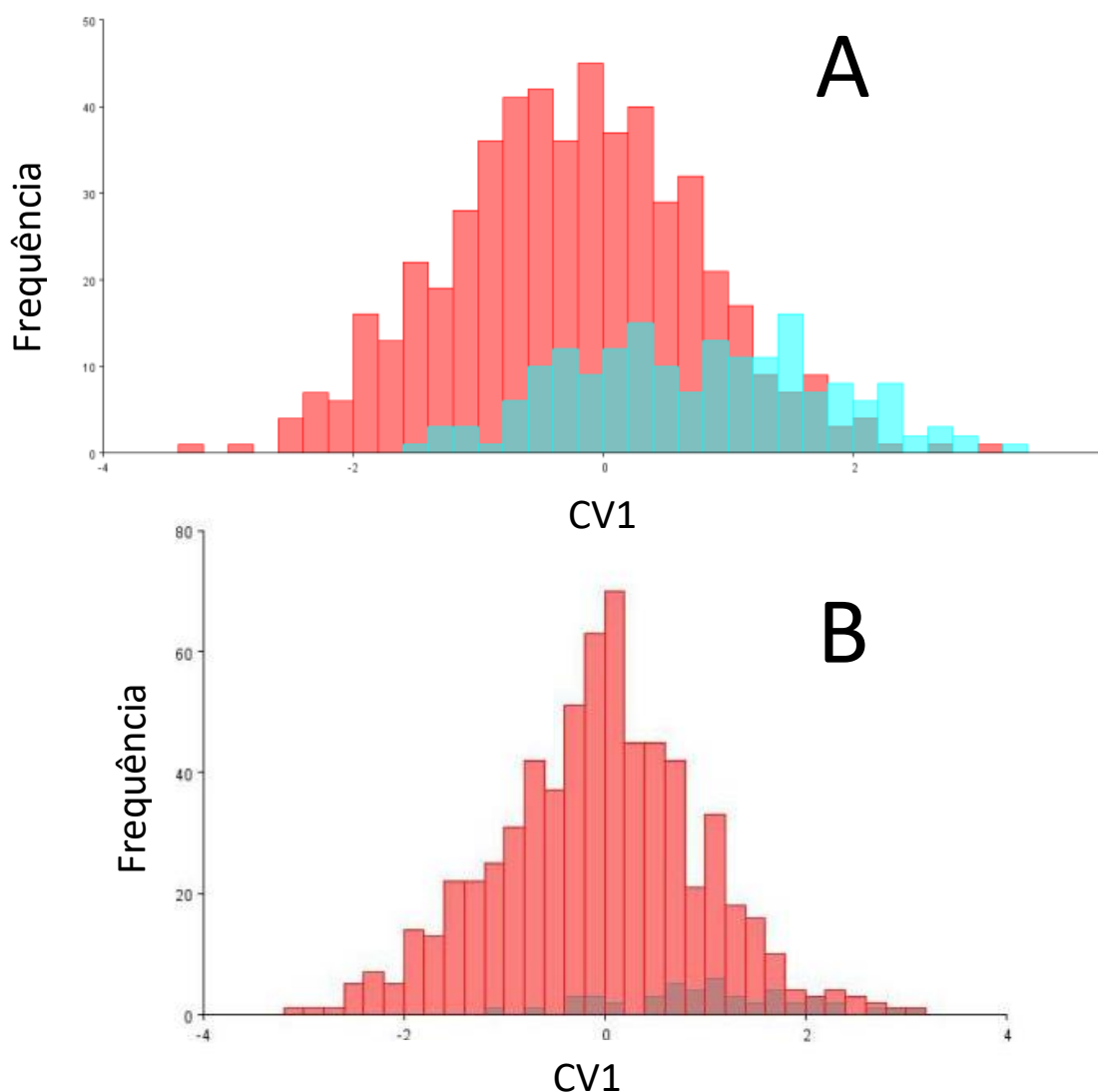


Figura 44: Escores do primeiro eixo da AVC entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG) (A) e exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) (B) da amostragem total. Barras vermelhas representam exemplares SG e CM; Barras azuis representam exemplares CG e SM. Eixo horizontal = escores da CV1; Eixo vertical = frequência de indivíduos.

Tabela 33: Validação cruzada entre exemplares CG e SG da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		GANCHOS		
		Grupos preditos		
Grupos identif.		SG	CG	TOTAL
	SG	354	172	526
CG	67	112	179	
		%		
Grupos identif.		SG	CG	
	SG	67,30	32,70	
CG	37,43	62,57		

Tabela 34: Validação cruzada entre exemplares CM e SM da amostragem total e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		MANCHA		
		Grupos preditos		
Grupos identif.		CM	SM	TOTAL
	CM	470	188	658
SM	20	27	47	
		%		
Grupos identif.		CM	SM	
	CM	71,43	28,57	
SM	42,55	57,45		

3.3.2.5. Variáveis Canônicas e discriminante por caráter selecionado dentro de cada área

As Figuras 45 até 47 mostram as comparações dentro de cada área de acordo com o carácter selecionado analisado. Ocorre grande sobreposição dos grupos em todos os gráficos. Nas áreas A1 e A3, os indivíduos CG e CM ocupam os valores mais negativos da CV1 e na área A2 eles ocupam os valores mais positivos.

As tabelas de validação cruzada na comparação de indivíduos CG e SG das áreas A1 e A2 (Tabelas 35 e 37), tiveram valores semelhantes de exemplares que foram erroneamente identificados, sendo de 28,57% para A1 e 33,73% para A2 entre os exemplares CG e 24,65% para A1 e 27,39% para A2

entre indivíduos SG. A A3 possui valores maiores para ambos os grupos, sendo 34,97% para SG e 40% para CG (Tabela 39). Para as comparações com relação a segunda mancha (Tabelas 36, 38 e 40), as três áreas obtiveram valores semelhantes de exemplares CM classificados erroneamente (22,04% para A1, 20,97% para A2, 27,16% para A3) e os valores para espécimes SM variaram de 33,33% para A1, 57,14% para A2 e 47,62% para A3.

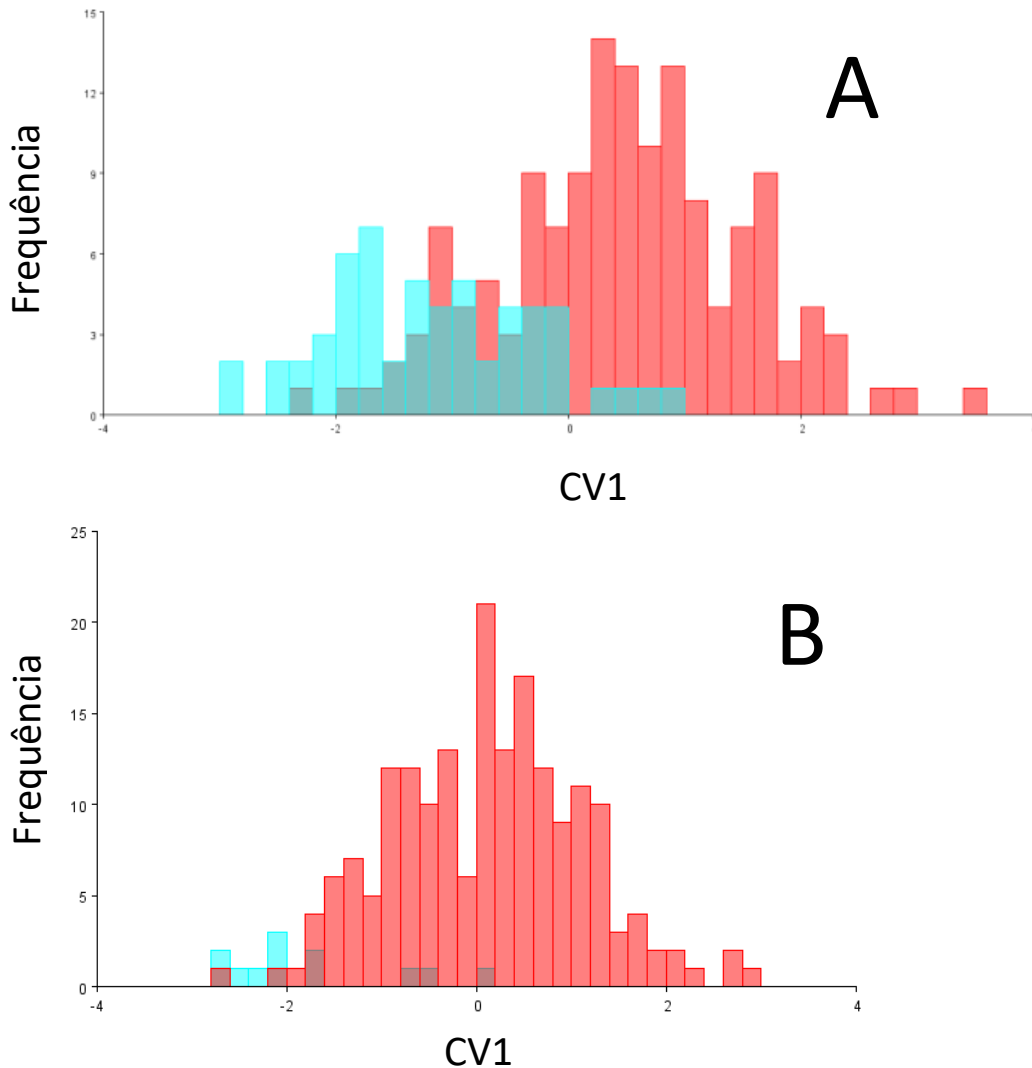


Figura 45: Escores do primeiro eixo da CVA entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG) (A) e exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) (B) do sistema do rio Tramandaí (Área 1). Barras vermelhas representam exemplares SG e CM; Barras azuis representam exemplares CG e SM. Eixo horizontal = escores da CV1; Eixo vertical = frequência de indivíduos.

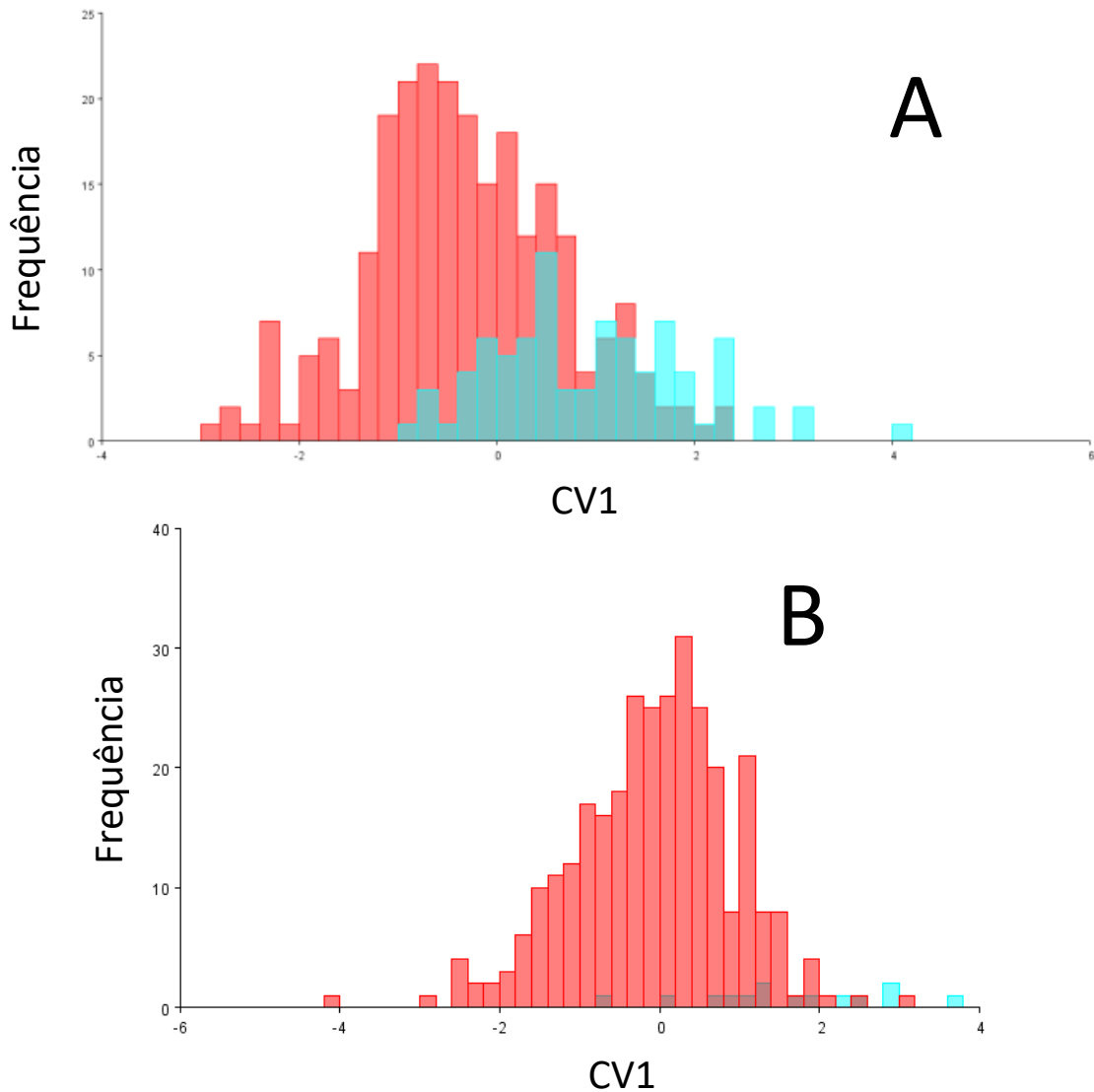


Figura 46: Escores do primeiro eixo da CVA entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG) (A) e exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) (B) do sistema da laguna dos Patos (Área 2). Barras vermelhas representam exemplares SG e CM; Barras azuis representam exemplares CG e SM. Eixo horizontal = escores da CV1; Eixo vertical = frequência de indivíduos.

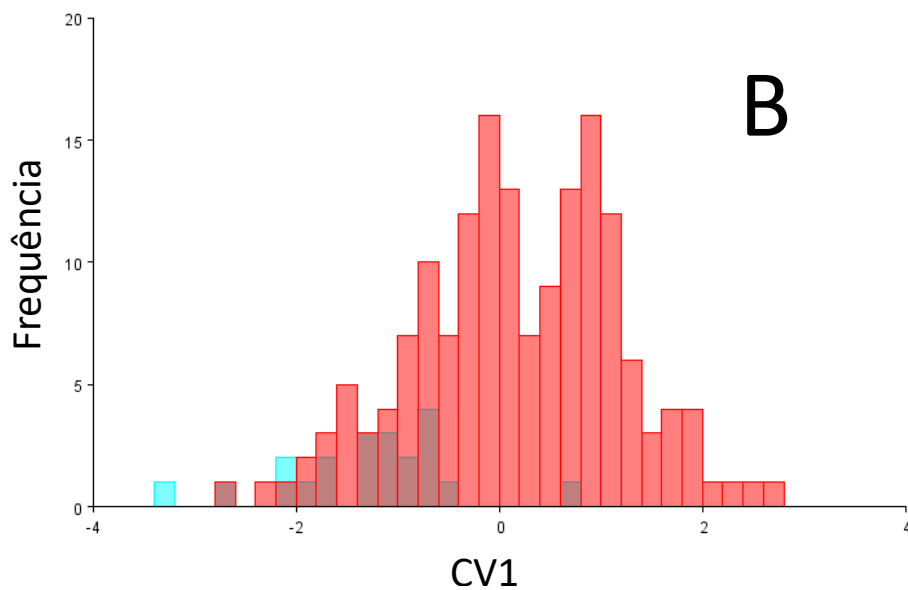
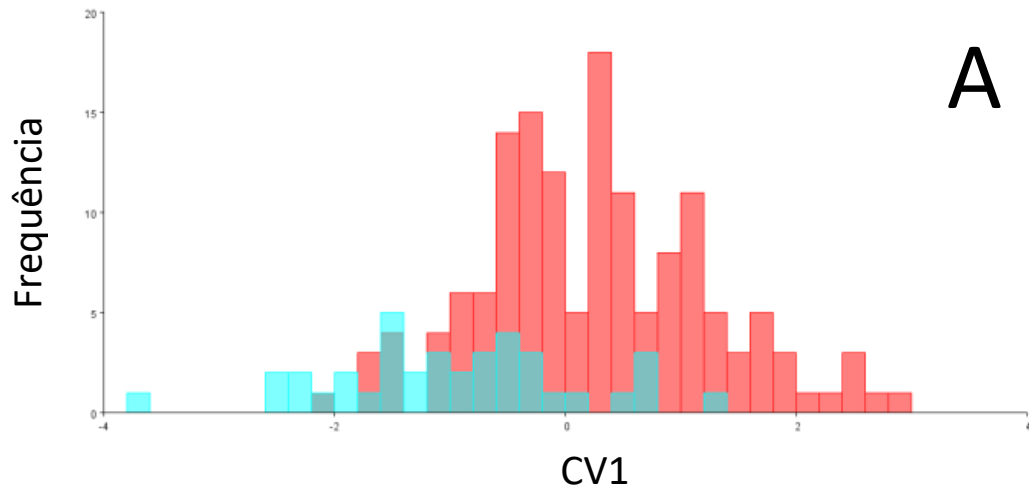


Figura 47: Escores do primeiro eixo da CVA entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG) (A) e exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) (B) do sistema do médio-baixo rio Uruguai (Área 3). Barras vermelhas representam exemplares SG e CM; Barras azuis representam exemplares CG e SM. Eixo horizontal = escores da CV1; Eixo vertical = frequência de indivíduos.

Tabela 35: Validação cruzada entre exemplares CG e SG de A1 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A1		
		Grupos preditos		
Grupos identif.	SG	SG	CG	TOTAL
	CG	107	35	142
		16	40	56
%				
Grupos identif.	SG	SG	CG	
	CG	75,35	24,65	
		28,57	71,43	

Tabela 36: Validação cruzada entre exemplares CM e SM de A1 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A1		
		Grupos preditos		
Grupos identif.	CM	CM	SM	TOTAL
	SM	145	41	186
		4	8	12
%				
Grupos identif.	CM	CM	SM	
	SM	77,96	22,04	
		33,33	66,67	

Tabela 37: Validação cruzada entre exemplares CG e SG de A2 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A2		
		Grupos preditos		
Grupos identif.	SG	SG	CG	TOTAL
	CG	175	66	241
		28	55	83
%				
Grupos identif.	SG	SG	CG	
	CG	72,61	27,39	
		33,73	66,27	

Tabela 38: Validação cruzada entre exemplares CM e SM de A2 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A2		
		Grupos preditos		
Grupos identif.		CM	SM	TOTAL
	CM		245	65
SM		8	6	14
%				
Grupos identif.		CM	SM	
	CM	79,03	20,97	
SM	57,14	42,86		

Tabela 39: Validação cruzada entre exemplares CG e SG de A3 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A3		
		Grupos preditos		
Grupos identif.		SG	CG	TOTAL
	SG		93	50
CG		16	24	40
%				
Grupos identif.		SG	CG	
	SG	65,03	34,97	
CG	40,00	60,00		

Tabela 40: Validação cruzada entre exemplares CM e SM de A3 e suas respectivas porcentagens. Grupos originais nas linhas, agrupamentos pela AD nas colunas. Números em negrito correspondem aos indivíduos identificados erroneamente.

		A3		
		Grupos preditos		
Grupos identif.		CM	SM	TOTAL
	CM		118	44
SM		10	11	21
%				
Grupos identif.		CM	SM	
	CM	72,84	27,16	
SM	47,62	52,38		

3.3.3. Distância entre as formas

As tabelas a seguir contém os valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis, resultantes das análises de AD e AVC, das formas entre diferentes grupos (áreas e caracteres relativos a ganchos e segunda mancha).

3.3.3.1. Distância das formas entre áreas

Foram comparados o total de exemplares entre cada área e entre áreas com os exemplares selecionados de acordo com seu caracter relativo à presença ou ausência de ganchos e segunda mancha.

Nas Tabelas 41 até 46 é possível observar que A1 possui os maiores valores de distância de Procrustes e Mahalanobis para as análises de AD e AVC em todas as comparações feitas com A2 ou com A3, juntamente com os maiores valores de T-square que indicam uma maior confiabilidade nos valores de P significativo para diferença entre as formas, a única comparação que não teve P significativo foi para a distância de Mahalanobis dos exemplares com segunda mancha ausente (SM) entre A1 e A2. A comparação entre A1 e A3 (Tabelas 42 e 45) possui, em média, os valores mais altos de distância Procrustes, distância de Mahalanobis e de T-square para todos grupos utilizados. As comparações entre A2 e A3 (Tabelas 43 e 46) possuem, em média, os menores valores para todos os grupos relacionados, não possuindo P significativo para as distâncias de Procrustes entre os exemplares com ganchos (CG) e para os exemplares SM.

Tabela 41: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AD entre A1 e A2 e seus respectivos valores de P. Resultados significativos em negrito.

A1 X A2					
	CG	SG	CM	SM	GERAL
Dist. Procrustes	0,014353	0,01316	0,012873	0,018098	0,012749
Dist. Mahalanobis	2,5516	1,8796	1,9291	4,5866	1,87
T-square:	217,7107	315,1922	432,085	135,9324	429,2623
p (mahalanobis):	<,0001	<,0001	<,0001	0,1454	<,0001
p (procrustes):	<,0001	<,0001	<,0001	0,019	<,0001

Tabela 42: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AD entre A1 e A3 e seus respectivos valores de P. Resultados significativos em negrito.

A1 X A3					
	CG	SG	CM	SM	GERAL
Dist. Procrustes	0,014811	0,015818	0,015242	0,014931	0,014909
Dist. Mahalanobis	2,7155	2,2811	2,258	4,1168	2,1997
T-square:	166,9322	374,5772	442,9048	129,422	461,4931
p (mahalanobis):	<,0001	<,0001	<,0001	0,015	<,0001
p (procrustes):	<,0001	<,0001	<,0001	0,043	<,0001

Tabela 43: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AD entre A2 e A3 e seus respectivos valores de P. Resultados significativos em negrito.

A2 X A3					
	CG	SG	CM	SM	GERAL
Dist. Procrustes	0,006804	0,009342	0,008299	0,012231	0,00763
Dist. Mahalanobis	1,55	1,2648	1,115	3,2639	1,1068
T-square:	62,6261	145,218	132,6706	89,4838	143,5919
p (mahalanobis):	0,0003	<,0001	<,0001	0,0415	<,0001
p (procrustes):	0,207	<,0001	<,0001	0,196	<,0001

Tabela 44: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AVC entre A1 e A2.

A1 X A2					
	CG	SG	CM	SM	GERAL
Dist. Procrustes	0,0144	0,0132	0,0129	0,0181	0,0127
Dist. Mahalanobis	2,5102	1,8876	1,9427	3,9233	1,8944

Tabela 45: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AVC entre A1 e A3.

A1 X A3					
	CG	SG	CM	SM	GERAL
Dist. Procrustes	0,0148	0,0158	0,0152	0,0149	0,0149
Dist. Mahalanobis	2,5651	2,2467	2,2258	3,2084	2,1419

Tabela 46: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AVC entre A2 e A3.

A2 X A3					
	CG	SG	CM	SM	GERAL
Dist. Procrustes	0,0068	0,0093	0,0083	0,0122	0,0076
Dist. Mahalanobis	1,5698	1,2431	1,1112	2,557	1,0981

3.3.3.2. Distância das formas entre os caracteres secundários

Nas Tabelas 47 até 50 estão os resultados das distâncias de Procrustes e Mahalanobis nas comparações entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG) e entre exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) dentro de cada área e para o total de espécimes. A única comparação que não possui P significativo foi para a distância de Procrustes entre os exemplares CM e SM da área A2 (Tabela 48). Os maiores valores de T-square estão nas comparações entre espécimes CG e SG (Tabela 47).

Tabela 47: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AD entre exemplares CG e SG dentro de cada área e seus respectivos valores de P. Resultados significativos em negrito.

GANCHO				
	A1	A2	A3	GERAL
Dist. Procrustes	0,01116	0,01207	0,008615	0,009617
Dist. Mahalanobis	1,642	1,2872	1,2333	1,0104
T-square:	108,2868	102,1868	45,8594	135,3254
p (mahalanobis):	<,0001	<,0001	0,013	<,0001
p (procrustes):	<,0001	<,0001	0,013	<,0001

Tabela 48: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AD entre exemplares CM e SM dentro de cada área e seus respectivos valores de P. Resultados significativos em negrito.

MANCHA				
	A1	A2	A3	GERAL
Dist. Procrustes	0,01652	0,010711	0,012534	0,00987
Dist. Mahalanobis	1,8475	1,6705	1,4248	1,1349
T-square:	38,4761	37,3744	37,7647	56,4968
p (mahalanobis):	0,0146	0,0114	0,0187	<,0001
p (procrustes):	0,001	0,134	0,002	<,0001

Tabela 49: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AVC entre exemplares CG e SG dentro de cada área.

GANCHO				
	A1	A2	A3	GERAL
Dist. Procrustes	0,0112	0,0121	0,0086	0,0096
Dist. Mahalanobis	1,642	1,2872	1,2333	1,0104

Tabela 50: Valores das distâncias de Procrustes e Mahalanobis resultantes da AVC entre exemplares CM e SM dentro de cada área.

MANCHA				
	A1	A2	A3	GERAL
Dist. Procrustes	0,0165	0,0107	0,0125	0,0099
Dist. Mahalanobis	1,8475	1,6705	1,4248	1,1349

3.3.4. MANOVA

Foi realizada a MANOVA para diferença de forma dentro de cada grande grupo (por área, por ganchos e por mancha; Tabela 51). As três análises tiveram P significativo. As duas primeiras obtiveram um valor de F três vezes maior do que a última.

Tabela 51: MANOVA comparando os exemplares entre áreas, com relação a presença de ganchos e presença de segunda mancha. GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; MQ = média dos quadrados; R² = valor de R quadrado; F = valor do teste de F; Z = escore de Z; p = valor de significância. Resultados significativos em negrito.

MANOVA							
	GL	SQ	MQ	R ²	F	Z	p
Área	2	0,03716	0,0185781	0,0448	16,462	8	0,001
Resíduos	702	0,79223	0,0011285	0,9552			
Total	704	0,82938					
Gancho	1	0,01886	0,018858	0,02274	16,356	58,179	0,001
Resíduos	703	0,81052	0,001153	0,97726			
Total	704	0,82938					
Mancha	1	0,00489	0,0048881	0,00589	4,168	32,019	0,001
Resíduos	703	0,82449	0,0011728	0,99411			
Total	704	0,82938					

A Tabela 52 indica os valores da MANOVA Wilks para as diferenças em cada grande grupo. As três análises obtiveram P significativo. Os valores de Wilks indicam se as diferenças de forma se encontram dentro de cada um dos

grupos incluídos no grande grupo ou entre esses grupos. Valores mais perto de 1 indicam que as diferenças ocorrem dentro dos grupos e valores mais perto de 0 indicam que as diferenças ocorrem entre os grupos.

Tabela 52: MANOVA Wilks comparando os exemplares entre áreas, com relação a presença de ganchos e presença de segunda mancha. GL = graus de liberdade; Wilks = valor para o teste de Wilks; F = valor do teste de F; numGL = graus de liberdade do numerador; denGL = graus de liberdade do denominador; p = valor de significância. Resultados significativos em negrito.

MANOVA WILKS						
	GL	Wilks	F	numGL	denGL	p
Área	2	0,44906	18,733	36	1370	<0,001
Resíduos	702					
Gancho	1	0,79946	95,601	18	686	<0,001
Resíduos	703					
Mancha	1	0,92793	29,598	18	686	<0,001
Resíduos	703					

Na realização da MANOVA par a par (Tabela 53), para as diferenças de forma entre as áreas, todas comparações tiveram P significativo. Os maiores valores de F, se encontram na comparação entre A1 e A2 (F=18,173) e entre A1 e A3 (F=21,362).

Tabela 53: MANOVA par a par comparando os exemplares entre áreas. GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; MQ = média dos quadrados; R² = valor de R quadrado; F = valor do teste de F; Z = escore de Z; p = valor de significância. Resultados significativos em negrito.

A1 X A2							
Área	GL	SQ	MQ	Rsq	F	Z	p
Área	1	0,0207	0,020780	0,0338	18,173	5,992	0,001
Resíduos	519	0,5934	0,001143	0,9661			
Total	520	0,6142					
A1 X A3							
Área	Df	SS	MS	Rsq	F	Z	p
Área	1	0,0231	0,023182	0,05322	21,362	65,048	0,001
Resíduos	380	0,4123	0,001085	0,94678			
Total	381	0,4355					
A2 X A3							
Área	Df	SS	MS	Rsq	F	Z	p
Área	1	0,0128	0,012846	0,02172	11,212	50,793	0,001
Resíduos	505	0,5786	0,001145	0,97828			
Total	506	0,5914					

3.3.5. Variações entre as formas consenso

3.3.5.1. Entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG):

A Figura 48 ilustra as diferenças de forma entre exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG). Observa-se que os espécimes CG possuem a base da nadadeira anal (pontos 7 e 8) mais alongada do que os exemplares SG.

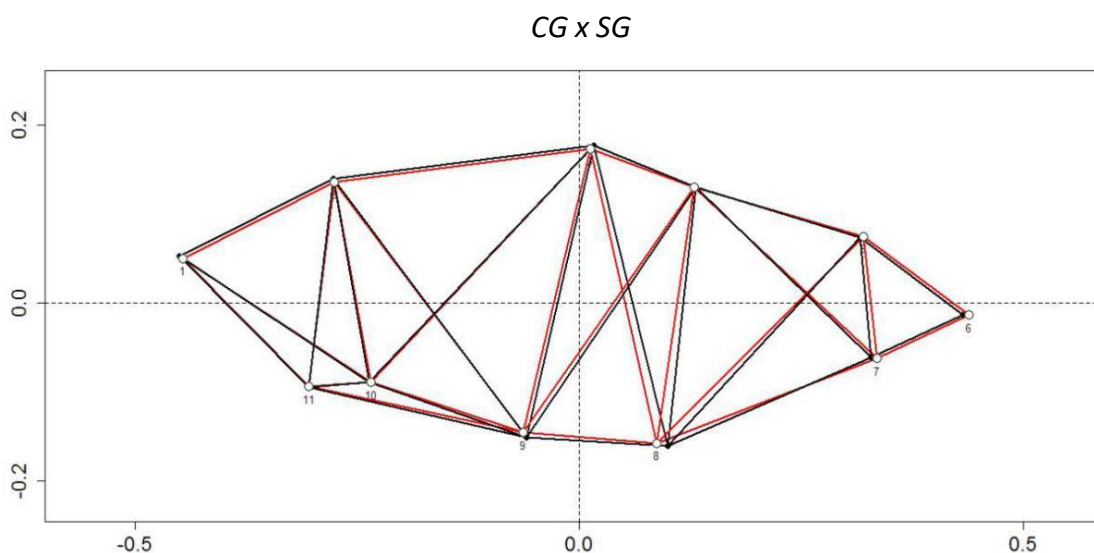


Figura 48: Comparação da forma média entre exemplares CG (linhas vermelhas) e SG (linhas pretas). Números representam os marcos anatômicos.

3.3.5.2. Entre exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM)

A Figura 49 mostra as diferenças entre exemplares com segunda mancha presente (CM) e com segunda mancha ausente (SM). Nos exemplares CM observa-se que a parte superior da cabeça é levemente mais baixa (pontos 1 e 2), um posicionamento mais posterior do ponto medial base da nadadeira caudal e da base do último raio da nadadeira anal (pontos 6 e 7), deslocamento da base do primeiro raio não ramificado da nadadeira anal mais à frente (ponto 8) indicando um alongamento da base da nadadeira anal e a base do raio mais externo da nadadeira pélvica posicionada levemente mais acima (ponto 9) indicando uma menor altura corporal.

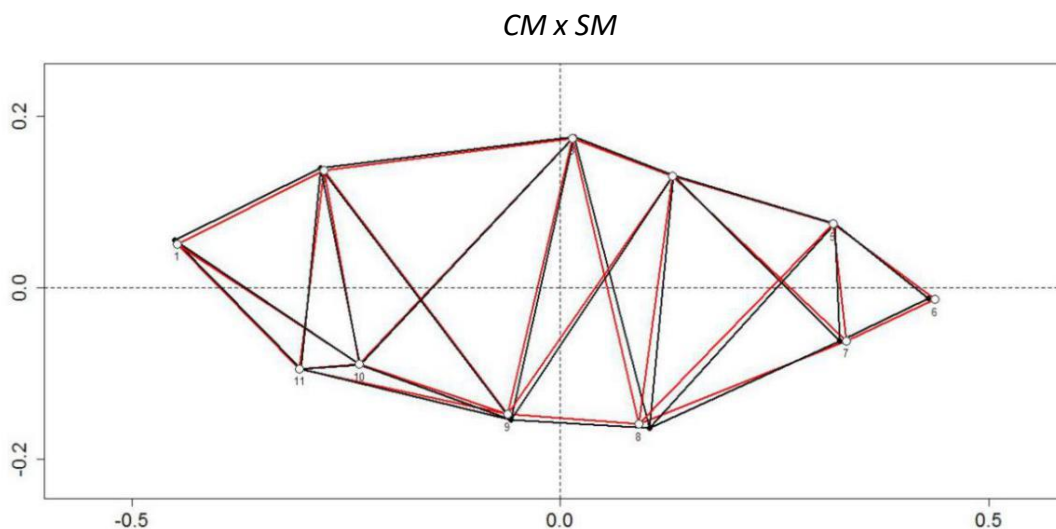


Figura 49: Comparação da forma média entre exemplares CM (linhas vermelhas) e SM (linhas pretas). Números representam os marcos anatômicos.

3.3.5.3. Entre Áreas:

Nas Figuras 50 até 52 estão representadas as diferenças de forma entre as populações, comparadas par a par. Entre A1 e A2 (Figura 50) percebe-se que A1 possui um focinho relativamente mais alongado (ponto 1), região superior da cabeça levemente mais alta (pontos 1 até 2) corpo mais baixo na base do último raio da nadadeira da dorsal (ponto 4), final do corpo no ponto medial da base nadadeira caudal (ponto 6) mais alongado, menor distância entre a base do primeiro raio não ramificado da nadadeira anal e a base do raio mais externo da nadadeira pélvica (pontos 8 e 9) e o istmo mais recuado ficando mais próximo da base do primeiro raio da nadadeira peitoral (pontos 11 e 10).

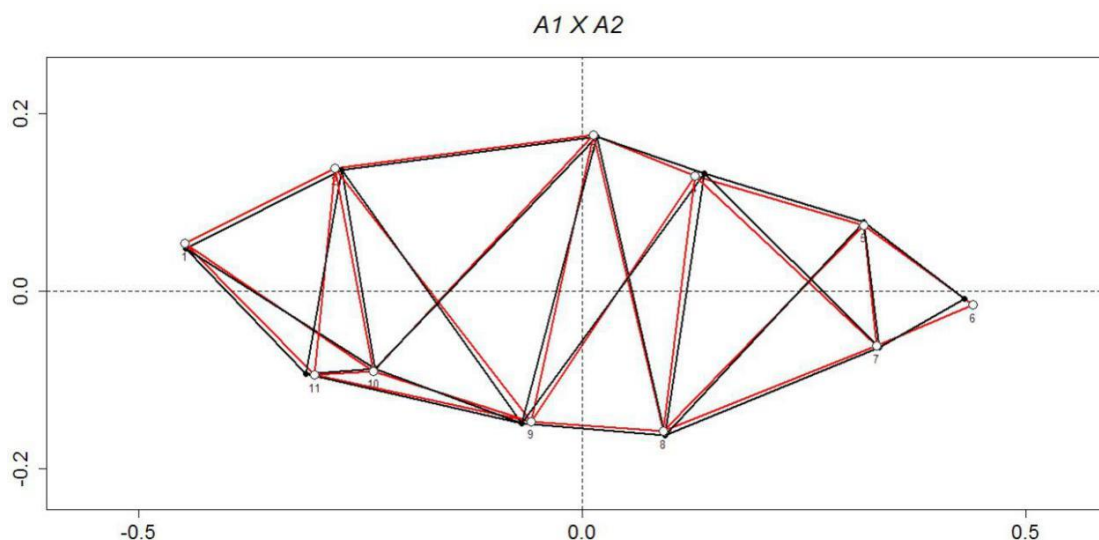


Figura 50: Comparação da forma média entre exemplares das áreas A1 (linhas vermelhas) e A2 (linhas pretas). Números representam os marcos anatômicos.

Na comparação A1 com A3 (Figura 51), A1 possui o focinho mais curto (ponto 1), porção superior da cabeça um pouco mais alta (pontos 1 até 2), porção frontal da cabeça mais recuada (pontos 1 e 11), base da nadadeira dorsal mais curta (pontos 3 até 4), ponto anterior da nadadeira adiposa posicionado mais à frente (ponto 5), final do corpo mais alongado no ponto medial da base nadadeira caudal (ponto 6), menor distância entre o início da base do primeiro raio não ramificado da nadadeira anal e a base do raio mais externo da nadadeira pélvica (pontos 9 e 8).

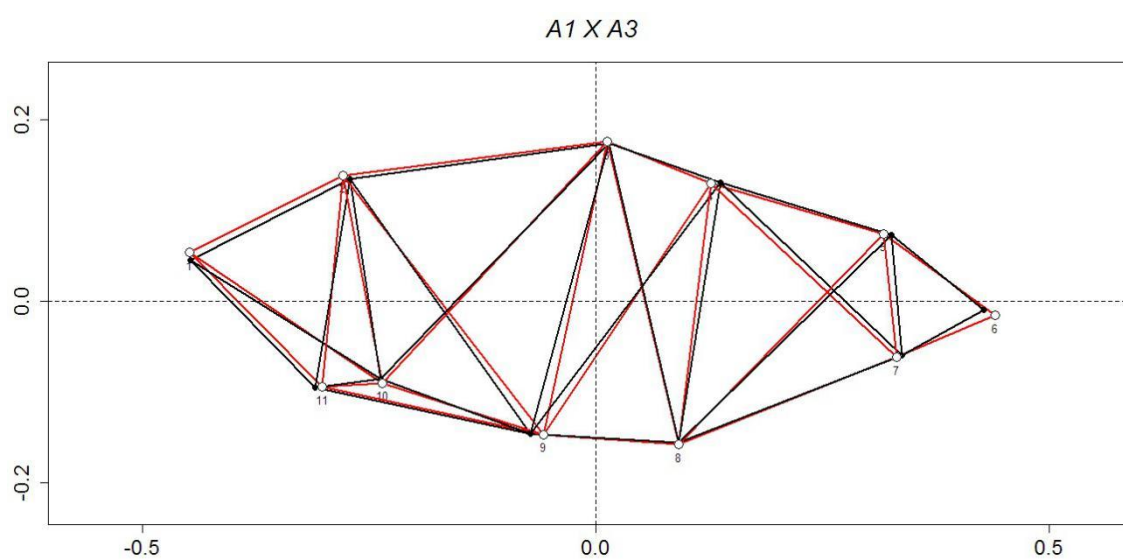


Figura 51: Comparação da forma média entre exemplares das áreas A1 (linhas vermelhas) e A3 (linhas pretas). Números representam os marcos anatômicos.

Na Figura 52 está a comparação entre A2 e A3. Observa-se que A2 possui o focinho mais curto (ponto 1), o ponto anterior da base da nadadeira adiposa deslocado para frente (ponto 5), primeiro raio não ramificado da nadadeira anal deslocado para baixo indicando uma maior altura corporal (ponto 8) e istmo posicionado mais à frente (ponto 11).

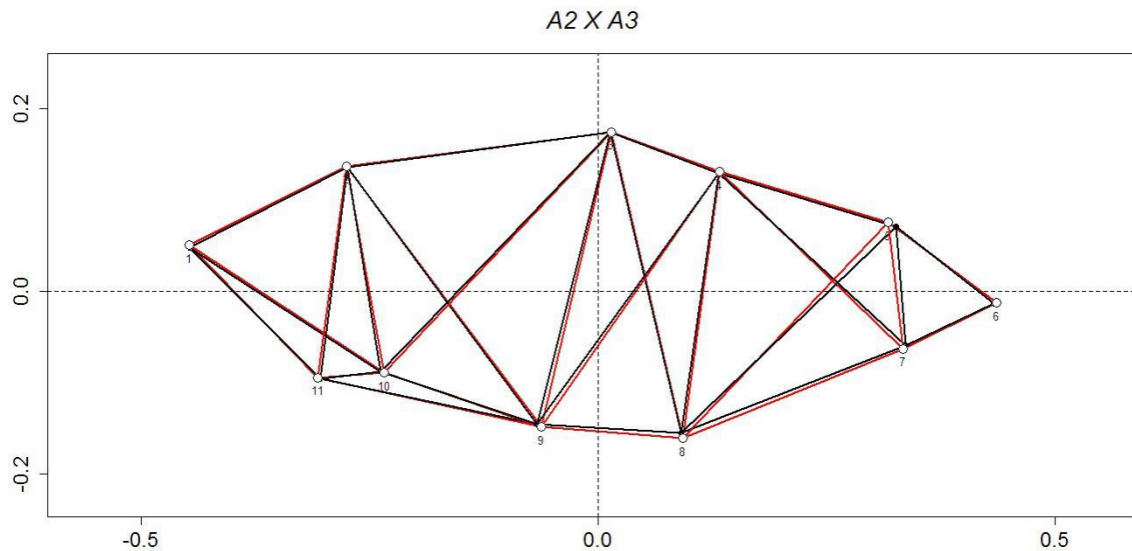


Figura 52: Comparação da forma média entre exemplares das áreas A2 (linhas vermelhas) e A3 (linhas pretas). Números representam os marcos anatômicos.

Os resultados acima mostraram uma ampla sobreposição nas análises de contagens, morfometria tradicional e geométrica. As pequenas diferenças populacionais encontradas são consequências, provavelmente, de variações devido a plasticidade fenotípica da espécie. Portanto, não sustentam o tratamento de qualquer uma das populações estudadas como espécie(s) distinta(s). Em razão disto, considero uma única população ocorrendo nas 3 áreas e todas sob o nome de *Astyanax eigenmanniorum*. Em vista da ampliação dos caracteres merísticos e morfométricos obtidos a partir das análises, acho oportuno redescrever a espécie, o que é feita a seguir:

3.4. Redescrição

Astyanax eigenmanniorum

(Figuras 53 e 54; Tabelas 5 e 8)

Tetragonopterus eigenmanniorum Cope, 1894: 89, pl. 6 (Figura 8)
(descrição, localidade-tipo: Rio Grande do Sul).

Astyanax eigenmanniorum, Eigenmann, 1910: 434 (mudança de gênero)

Astyanax eigenmanniorum, Malabarba, 1989: 129 (restrição da
localidade-tipo)

Holótipo: ANSP 21598, 54mm CP. Parátipos: ANSP 21599-21601, 3 ex.,
35,8-46,5mm CP; ANSP 21602, 1 ex. d&c, 38,9mm CP; ANSP 21627-21628, 2
ex., 42,4-49,4mm CP; mesma localidade do holótipo.



Figura 53: *Astyanax eigenmanniorum*. UFRGS 14241, 51,83mm CP, localidade, Bagé, RS.

Diagnose: *Astyanax eigenmanniorum* se distingue das espécies que ocorrem nas drenagens dos rios Uruguai, médio-baixo rio Paraná, Paraguai, sistema da laguna dos Patos e sistema do rio Tramandaí pelos seguintes caracteres: presença de uma mancha escura em forma de cunha, pouco mais larga na região superior e alongada verticalmente atingindo até 2 escamas abaixo da linha lateral e presença de segunda mancha umeral algumas vezes muito tênue ou mesmo ausente [vs. mancha umeral com formato oval e posicionada horizontalmente, com a presença de 2 barras marrons transversais na região umeral nos integrantes do grupo "*Astyanax bimaculatus*" (*sensu* Garutti

& Langeani, 2009 e Lucena & Soares, 2016)]; de *Astyanax laticeps*, de *A. aff. fasciatus*, *A. correntinus* (vs. presença de uma única mancha não se estendendo abaixo da linha lateral); somente de *A. laticeps* pela mancha em forma de cunha (vs ovalada horizontalmente); de *A. obscurus*, *A. procerus* e *A. xiru* (vs. mancha larga na porção superior, com extensão vertical bem mais estreita); de *A. schubarti* e *A. trierythropterus* (vs. mancha umeral difusa); maxilar com 1 dente, raramente com 2 ou nenhum (vs. ausente em *A. powelli*, 1-3 em *A. varzeae*, 1-4 em *A. gymnodontus*, 2-3 em *A. taurorum*, 2-4 em *A. bagual*, *A. latens*, *A. tupi* e *A. stenohalinus* 2-5 dentes em *A. henseli* e *A. totae*, 3-4 em *A. paris* e *A. paranahybae*, 3-5 em *A. douradilho*), dente maxilar com 3 a 5 cúspides (vs. dente maxilar com 6 ou mais em *A. dissensus*, *A. ojjara* e *A. puka*, 5-7 cúspides em *A. dolinae*), dentes da série interna do pré-maxilar com 3-5 cúspides (vs. 5-7 em *A. dolinae* e *A. bockmanni*, 5-9 em *A. ita*, *A. pirabitira* e *A. correntinus*, 7 em *A. procerus* e *A. xiru*), dentes da série externa do pré-maxilar com 3 cúspides (vs. 5 em *A. bifasciatus*, *A. dissensus*, *A. procerus* e *A. xiru*, 5-7 em *A. dolinae* e *A. minor*), decrescimento abrupto na série de dentes do dentário a partir do terceiro, quarto ou quinto dente (vs. decrescimento gradual em *A. dissensus*, *A. dolinae*, *A. endy*, *A. eremus*, *A. intermedius*, *A. obscurus*, *A. procerus*, *A. puka*, e *A. xiru*), 4 primeiros dentes do dentário com 3 a 5 cúspides (vs. 6-7 em *A. powelli*), ponta distal do maxilar ultrapassando a margem anterior do olho (vs. ponta distal do maxilar não alcançando a margem anterior do olho em *A. pampa*), 33-37 escamas perfuradas na linha lateral, raramente 32, 38 ou 39 (vs. 37-38 em *A. trierythropterus*, 37-39 em *A. bagual*, *A. obscurus* e *A. stenohalinus*, 38-39 em *A. serratus*, 36-40 em *A. schubarti*, 37-40 em *A. varzeae* e *A. paranae*, 37-41 em *A. gymnodontus* e *A. henseli*, 37-42 em *A. varzeae*, 38-42 em *A. aramburui*, 39-41 em *A. gymnogenis* e *A. eremus*, 39-42 em *A. correntinus*, 40-43 em *A. guaricana*, 42-48 em *A. cordovae*, 46-52 em *A. pelegriini*, 49-52 em *A. erythropterus*), 20-25 raios ramificados na nadadeira anal, raramente 14-19 ou 26-28 raios (vs. 12-16 em *A. brachypterygium*, 13-17 em *A. jordanensis*, 16-17 em *A. serratus*, 14-18 em *A. cremnobates*, 15-18 em *A. totae*, 15-20 em *A. pirabitira* e *A. varzeae*, 17-20 em *A. pampa*, 14-21 em *A. paranae*, 16-21 em *A. eremus*, 25-30 em *A. saguazu* e *A. stenohalinus*, 26-30 em *A. trierythropterus* 27-33 em *A. schubarti*, 29-33 em *A. correntinus*, 38-42 em *A. erythropterus*, 41-47 em *A. pelegriini*), 9-11 raios ramificados na nadadeira dorsal (vs. 7 em *A. paranahybae*). *A.*

eigenmanniorum se diferencia de *A. bockmanni* pelo diâmetro horizontal do olho (34,8%-56,3%, média de 43,1% vs. 34,8%-38,3%, média de 37,1% na CC), altura do corpo (29,1%-42,7%, média de 36,1% vs. 42,2%-50,8%, média de 45% no CP) e a presença de cromatóforos difusos até a segunda escama abaixo da linha lateral na região anterior do corpo (vs. presença de cromatóforos na borda de até 4 ou 5 escamas abaixo da linha lateral na região anterior do corpo).

Além das diferenças descritas acima, os machos de *A. eigenmanniorum* possuem ganchos ósseos nas nadadeiras pélvica e anal vs. presença de ganchos em outra conformação (*A. aramburui*, *A. bagual*, *A. chico*, *A. hermosus*, *A. jordanensis*, *A. leonidas*, *A. oijara*, *A. pynandi*, *A. rutilus*, *A. stenohalinus*, *A. troyae*, *A. tumbayaensis*).

Das demais espécies do gênero *A. eigenmanniorum* pode ser diagnosticada pelo seguinte conjunto de caracteres: presença de duas manchas umerais, a primeira conspícua, larga superiormente e estreitando-se em forma de cunha inferiormente, ultrapassando a linha lateral por cerca de duas escamas; a segunda tênue, raramente ausente; ausência de pigmentação com padrão reticulado nas escamas; um dente no maxilar, raramente 0 ou 2; dentes do dentário diminuindo abruptamente a partir do terceiro, quarto ou quinto dente; dentes da série interna com 3 a 5 cúspides; dentes da série externa com 3 cúspides; 33-37 escamas na linha lateral; 20 a 25 raios ramificados na nadadeira anal, raramente 14 a 19 ou 26 a 28; altura do corpo de 29,1%-42,7% no comprimento padrão; diâmetro do olho de 34,8% a 56,3% no comprimento da cabeça; machos com ganchos nas nadadeiras anal e pélvica.

Descrição: Dados morfométricos na Tabela 6. Maior espécime examinado 69,35mm de comprimento padrão. Corpo comprimido e moderadamente alongado, maior altura do corpo na origem da nadadeira dorsal. Perfil dorsal da cabeça reto ou levemente côncavo da ponta do focinho até o processo supraoccipital. Perfil dorsal do corpo convexo da ponta do processo supraoccipital até o final da nadadeira dorsal, reto na base da nadadeira dorsal, reto do último raio da nadadeira dorsal até a origem da adiposa, reto entre a adiposa e os primeiros raios superiores da nadadeira caudal. Perfil ventral do

corpo convexo da ponta do focinho até a base da nadadeira pélvica, sendo reto ou levemente convexo dela até o primeiro raio da nadadeira anal. Base da nadadeira anal com perfil convexo. Perfil reto do último raio da nadadeira anal até os primeiros raios inferiores da nadadeira caudal. Focinho curto e com perfil arredondado. Boca terminal, com maxilar curto ultrapassando levemente a vertical que passa pelo início do olho. Pré-maxila com duas séries de dentes, externa com 2 (3), 3 (106), 4 (552) ou 5 (44) dentes tricuspídeos, interna com 4 (6) ou 5 (33) dentes, sendo os dois primeiros sempre pentacuspídeos e os dois últimos podendo ser tri- ou pentacuspídeos. Maxilar com 0 (22), 1 (673) ou 2 (10) dentes tri- a pentacúspides. Dentário com 7 (2), 8 (3), 9 (15), 10 (12) ou 11 (8) dentes no total tri- ou pentacuspídeos, sendo os primeiros 3 a 5 dentes robustos, seguidos de 4 a 6 dentes bem menores uni- ou tricuspídeos e apresentando decaimento abrupto no tamanho dos dentes a partir do 3^o (1), 4^o (34) ou 5^o (5) dente. Cúspide central de todos os dentes mais desenvolvida que as cúspides laterais.



Figura 54: *Astyanax eigenmanniorum*, MCP 13672, 45,3 mm CP, pré-maxilar, dentário e maxilar, lado direito, vista lateral.

Raios da nadadeira dorsal i + 9 (9), 10 (688) ou 11 (7); peitoral i + 10 (1), 11 (10), 12 (275), 13 (399) ou 14 (19); anal ii-iii + 14 (1), 15 (1), 17 (2), 18 (4), 19 (10), 20 (42), 21 (121), 22 (216), 23 (179), 24 (85), 25 (25), 26 (11), 27 (4) ou 28 (2). Posição da origem da nadadeira dorsal aproximadamente no meio do comprimento padrão. Nadadeira adiposa sempre presente. Ponta da nadadeira peitoral alcançando a origem da nadadeira pélvica. Nadadeira pélvica alcançando o primeiro raio simples da nadadeira anal. Nadadeira caudal i,19,i; bifurcada. Escamas ciclóides. Linha lateral completa, 32 (2), 33 (33), 34 (142), 35 (241), 36 (175), 37 (33), 38 (5) ou 39 (1) escamas perfuradas. Séries de escamas pré-dorsais 9 (21), 10 (162), 11 (299), 12 (177), 13 (17) ou 14 (2), escamas acima da linha lateral até a origem do primeiro raio da nadadeira dorsal, 5 (4), 6 (399), 7 (271) ou 8 (5), escamas abaixo da linha lateral até a origem do primeiro raio da nadadeira anal, 4 (4), 5 (360) 6 (321) ou 7 (13), escamas abaixo da linha lateral até a base da nadadeira pélvica, 4 (7), 5 (510), 6 (180) ou 7 (1), escamas ao redor do pedúnculo caudal, 12 (2), 14 (29), 16 (468), 18 (116) ou 20 (4) escamas. Rastros superiores do primeiro arco branquial, 6 (9), 7 (149), 8 (332), 9 (193), 10 (21) ou 11 (1), rastros inferiores 9 (1), 10 (18), 11 (112), 12 (239), 13 (230), 14 (74), 15 (20), 16 (9) ou 17 (2); rastros branquiais totais no primeiro arco branquial, 17 (9), 18 (37), 19 (106), 20 (187), 21 (208), 22 (103), 23 (35), 24 (13), 25 (3), 26 (3) ou 27 (1). Vértebras totais 33-36, pré-caudais 15 (9)-16 (15) e caudais 18-20. Supraneurais 5-6.

Dimorfismo sexual: Exemplos machos apresentam ganchos nos raios simples da nadadeira anal, possuindo um par por segmento e estando presente até o quinto ou décimo sétimo raio ramificado. Nadadeira pélvica com um par por segmento nos raios simples e se estende até o terceiro ou sétimo raio ramificado.

Distribuição: baseada do material examinado a espécie ocorre nas drenagens do baixo rio Paraná, médio e baixo rio Uruguai, sistemas da laguna dos Patos e do rio Tramandaí.

Material examinado: Holótipo: ANSP 21598, 54mm CP. Parátipos: ANSP 21599-21601, 3 ex., 35,8-46,5mm CP; ANSP 21602, 1 ex. d&c, 38,9mm CP; ANSP 21627-21628, 2 ex., 42,4-49,4mm CP; mesma localidade do holótipo.

Bacia do rio Tramandaí: Preservados em álcool: MCP 13672, 125 (40), 29.90-41.73mm CP, Sanga afluyente da lagoa dos Quadros, próximo a praia do Barco, Capão da Canoa, 01/10/1989; MCP 13673, 7 (4), 38.06-57.26mm CP,

Canal da Vila Cornélios (entre lagoa Itapeva e lagoa dos Quadros), Capão da Canoa, 01/10/1989; MCP 14748, 1, 45.15mm CP, Rio Pinheiro (afl. do rio Maquiné), Maquiné, 14/01/1991; MCP 25278, 5, 47.75-57.49mm CP, rio Três Pinheiros (sob a ponte na estrada para Vila Itati), Terra de Areia, 29/12/1999; UFRGS 2207, 7 (3), 43.21-48.27mm CP, rio Maquiné, Osório, 03/03/1983; UFRGS 2542, 87 (40), 29.04-64.07mm CP, lagoa da Cerquinha (praia do Pinhal), Cidreira, 02/1980; UFRGS 3839, 11 (9), 48-66.50mm CP, lagoa Itapeva (próximo ao canal de ligação com lagoa dos Quadros), Torres, 13/11/1988; UFRGS 4046, 21 (9), 26.40-62.28mm CP, banhados a leste da lagoa das Pombas, Tramandaí, 21/05/1989; UFRGS 4364, 19 (4), 42.24-50.69mm CP, rio Maquiné, Três Forquilhas, 20/08/1983; UFRGS 9449, 5 (2), 34.89-37.84mm CP, arroio em frente a fruteira do Pelé (Parque Estadual de Itapeva), Torres, 13/09/2005; UFRGS 9456, 2 (1), 38.47mm CP, Parque Estadual de Itapeva, Torres, 13/09/2005; UFRGS 11525, 69 (40), 38.51-56.62mm CP, lagoa do Bacupari, Mostardas, 31/03/2009; UFRGS 16884, 81 (40), 31.30-53.52mm CP, lagoa do Cipó (praia do Quintão), Palmares, 14/09/2012. D&C: MCP 9819, 1, 62.79mm CP, lagoa dos Menezes, Tramandaí, 07/02/1984; MCP 13672, 125 (23), 39.11-42.98mm CP, sanga afluente da lagoa dos Quadros, Capão da Canoa, 01/10/1989.

Bacia da laguna dos Patos: Preservados em álcool: MCP 9248, 11 (10), 34.21-42.72mm CP, Várzea do rio Jacui (estrada entre Santa Maria e Vera Cruz), Restinga Seca, 16/09/1983; MCP 10328, 7, 36.40-45.52mm CP, arroio no Km 275 da estrada BR-285, Santa Bárbara, 10/05/1983; MCP 11469, 18 (10), 29.53-54.26mm CP, foz do rio Telho com o rio Jaguarão, Jaguarão, 07/01/1987; MCP 14657, 10, 24.22-54.40mm CP, rio Morungava, Morungava, 17/01/1991; MCP 14847, 5 (4), 31.59-47.49mm CP, arroio dos Carvalhos (afluente do rio dos Sinos), Caraá, 17/01/1991; MCP 15477, 81 (37), 25.19-47.41mm CP, arroio na Varzinha em Itapuã, Viamão, 05/10/1991; MCP 16619, 22 (18), 34.42-54.57mm CP, arroio Santa Bárbara, Caçapava do Sul, 10/10/1993; MCP 19084, 20 (16), 35.71-50.10mm CP, rio Camaquã na fazenda Corticeira, Cristal, 10/05/1996; MCP 19626, 4, 43.88-47.85mm CP, arroio Abrânio (alf. rio Camaquã), Encruzilhada do Sul, 18/12/1996; MCP 22175, 4 (3), 56.82-60.43mm CP, arroio cerca de 2 km a oeste de Ernestina, Ernestina, 18/01/1999; MCP 25161, 2, 49.57-52.43mm CP, arroio Mata Olho (afluente do rio Piratini), Pedro Osório, 20/11/1999; MCP 25744, 10 (8), 39.31-47.08mm CP, arroio da Gringa cerca de 12km N da UHE Dona Francisca, Ibarama, 09/04/2000; MCP 25981, 18 (12), 35.46-53.35mm CP, rio Taquari em Cruzeiro do Sul, Cruzeiro do Sul, 29/10/1996; MCP 26012, 3, 38.62-50.35mm CP, rio Jaguarão no Passo do Centurião, Erval, 08/01/1987; MCP 43550, 1, 58.54mm CP, UHE Castro Alves (Montante), Nova Roma do Sul, 01/05/2008; MCP 48604, 1, 57.82mm CP, rio das Antas (UHE Castro Alves), Nova Roma do Sul, 01/10/2012; UFRGS 3574, 24 (9), 54-68.73mm CP, Estação Ecológica do Taim (saída das comportas), Rio Grande, 17/12/1980; UFRGS 8858, 28 (16), 29.34-48.71mm CP, arroio no limite da Estância da Figueira, Santa Margarida do Sul, 24/04/2006; UFRGS 13087, 2, 56.46-58.47mm CP, rio Ituim (área de influência da PCH Saltinho), Ipê, 25/04/2010; UFRGS 14241, 162 (60), 28-59.26mm CP, açudes e banhados na localidade de Joca Tavaras (bacia do arroio Camaquã-Chico), Bagé, 26/01/2010; UFRGS 15806, 79 (39), 38.19-58.80mm CP, canal que deságua no Atlântico, São José do Norte, 01/12/2011; UFRGS 22574, 269 (50), 29.26-55.86mm CP, Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Tavares, 20/09/2016; ZVCP 4372, 2, 55.41-

68.89mm CP, arroyo de las Piedras (laguna Merin), Treinta y Tres, 24/02/1990. D&C: MCP 9543, 47.59mm CP, arroio Capané, Cachoeira do Sul, 24/10/1982; MCP 10299, 44.76mm CP, arroio Dom Marcos, Pântano Grande, 12/09/1983; MCP 10300, 41.04mm CP, arroio Dom Marcos, Pântano Grande, 12/09/1983; MCP 10301, 29.73mm CP, arroio Dom Marcos, Pântano Grande, 12/09/1983; MCP 10302, 40.13mm CP, açude Charolês, Viamão, 19/08/1981; MCP 10303, 35.79mm CP, açude Charolês, Viamão, 19/08/1981; MCP 10304, 33.13mm CP, açude Charolês, Viamão, 19/08/1981; MCP 10305, 39.95mm CP, açude Charolês, Viamão, 19/08/1981; MCP 10306, 52.87mm CP, açude Charolês, Viamão, 19/08/1981; MCP 10307, 55.22mm CP, Estação Ecológica do Taim, Rio Grande; MCP 10310, 34.29mm CP, Ilha Grande dos Marinheiros, 15/12/1983; MCP 10311, 35.96mm CP, Ilha Grande dos Marinheiros, 15/12/1983; MCP 10312, 46.22mm CP, Ilha Grande dos Marinheiros, 15/12/1983; MCP 25122, 4, 49.97-51.15mm CP, rio Piratini, Piratini, 21/11/1999.

Bacia médio-baixo Uruguai: MCP 11434, 22, 23.20-34.67mm CP, sanga na estrada entre Santana do Livramento e Alegrete, Alegrete, 13/11/1986; MCP, 12533, 2, 25.62-34.22mm CP, arroio Canoin (estrada de Pirapó até São Nicolau), São Nicolau, 02/11/1988; MCP, 16773, 3, 46.25-69.35mm CP, arroio Lageado Umbú (afluente do rio Ijuizinho), Entre-Ijuís, 14/12/1993; MCP 20305, 38 (30), 30.92-46.29mm CP, arroio Imbaá, Uruguaiana, 11/10/1997; MCP, 21628, 16 (15), 35.88-48.85mm CP, rio Quaraí-Mirim na estrada entre Uruguaiana e Quaraí, Quaraí, 27/10/1998; MCP, 35390, 20 (15), 35.65-53.68mm CP, arroio Bagé (afluente do rio Negro), Bagé, 23/04/2004; MCP, 46022, 3, 32.69-36.05mm CP, rio Itu (afluente do rio Ibicuí), Santiago, 12/05/2001; UFRGS, 5803, 248 (58), 28.76-51.80mm CP, rio Ibicuí da Faxina (entre Santana do Livramento e Rosário do Sul), Rosário do Sul, 22/10/2001; UFRGS, 7798, 26 (15), 25.86-69.06mm CP, arroio Carpinchuri (afluente do rio Uruguai), Paysandu, 20/09/2005; UFRGS, 10949, 2 (1), 47.76mm CP, rio Tacuarembó, Tacuarembó, 28/05/2005; UFRGS, 21967, 3, 35.87-46.76mm CP, riacho Araçá (afluente do rio Ijuí), São Luiz Gonzaga, 18/03/2016; UFRGS, 21993, 1, 50.93mm CP, riacho Lajeado Grande (afluente do rio Ijuí), Dezesesseis de Novembro, 11/09/2015; UFRGS, 23845, 19 (9), 40.43-66.18mm CP, lajeado Monjolo (Ibicuí), Quevedos, 11/03/2014; ZVCP 11692, 5, 38.60-53.08mm CP, arroyo Catalán Grande, Artigas, 28/02/1982; ZVCP 11772, 1, 66.99mm CP, arroyo Rolón de Tomás de la Cuadra, Durazno. D&C: MCP 21628, 1, 41.17 CP, rio Quaraí-Mirim, Quaraí, 27/10/1998.

Material comparativo

Astyanax biotae: DZSJRP 13285, 7, 21.0-39.5mm CP, arroio tributário do Córrego da Lago (bacia do rio Paraná), Planalto do Sul, 30/10/2011. DZSJRP 14336, 5, 33.6-38.0mm CP, arroio tributário do Córrego da Lago (bacia do rio Paraná), Planalto do Sul, 30/10/2011. NUP 15137, 18, 35.6-44.1mm CP, riacho Peroba no Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema (afluente do rio Ivinhema, bacia do alto rio Paraná), Jateí, 15/11/2012.

Astyanax schubarti: LIRP 14915, 32, 67.41-91.98mm CP, rio Mogi-Guaçu (no baixo curso do rio), Barrinha, 07/07/2015.

Astyanax sp: LIRP 9986, 42, 28.35-68.57mm CP, córrego da Cachoeirinha (afluente da margem esquerda do rio São Marcos) junto a ponte em estrada de terra próximo a fazendo Beirute, Paracatu, 20/05/2004. MCP 54141, 10, 43.27-53.65mm CP, afluente na bacia do rio Sali (la Cocha), Tucuman, -/05/2018. MCP 54142, 2, 59.05-59.38mm CP, poça na estrada RN 34 (Km 300, drenagem Paraná), Santa Fé, -/09/2014.

Comentários: A espécie foi originalmente descrita como possuindo apenas uma mancha umeral, contudo, durante as análises, foram observados indivíduos que possuíam uma segunda mancha umeral nítida (Figura 55), difusa (Figura 56) ou ausente (Figura 57), sendo a maioria dos espécimes pertencentes aos dois primeiros grupos (aproximadamente 93%). Essa variação foi observada em exemplares de diferentes tamanhos, de um mesmo lote ou em lotes diferentes das três áreas analisadas e não foi relacionada a localidades de coleta, sexos ou estágio ontogenético.

Da mesma forma, a espécie foi descrita apresentando 1 dente no maxilar e 20-25 raios ramificados na nadadeira anal. Em nosso material, entretanto, foram observados exemplares com 0, 1 ou 2 dentes no maxilar e exemplares com 14-19 ou 26-29 raios ramificados. Ambos os casos foram decorrentes do aumento da amostra, o que possibilitou ter uma visão mais ampla da variação da espécie. No entanto, como foi dito anteriormente, os valores destoantes no número de dentes do maxilar e do número de raios ramificados da nadadeira anal, pela sua baixíssima ocorrência podem ser considerados raros e mostra que o fenótipo relacionado a esses caracteres ainda não se estabeleceu totalmente.



Figura 55: *Astyanax eigenmanniorum*. UFRGS 14241, 43,46mm CP, com segunda mancha umeral conspícua.



Figura 56: *Astyanax eigenmanniorum*. UFRGS 14241, 50,98mm CP, com segunda mancha umeral difusa.



Figura 57: *Astyanax eigenmanniorum*. MCP 20305, 46,54mm CP, sem segunda mancha.

4. DISCUSSÃO

Apesar de estudos recentes ainda pouco se sabe sobre as relações dentre alguns membros de Characidae, sendo *Astyanax* um dos gêneros mais dispersos na filogenia da família. No trabalho de Mirande (2018), foi estabelecido um clado para *Astyanax*, porém, algumas espécies do gênero continuaram agrupadas com outros táxons filogeneticamente mais distantes. O gênero também é conhecido por possuir espécies morfologicamente semelhantes, causando problemas em termos de taxonomia (Garutti & Britski, 2000). Estes fatos, juntamente com problemas de identificação das espécies do gênero e o número incerto de espécies fazem com que novos estudos taxonômicos envolvendo mais de uma metodologia sejam necessários.

Nas Análises dos Componentes Principais (ACP) com relação às medidas tradicionais, observa-se uma grande sobreposição entre os indivíduos com ganchos (CG) e sem ganchos (SG), com segunda mancha presente (CM) e com segunda mancha ausente (SM), tanto internamente em cada área, quanto na comparação das três áreas. Entretanto, nas Análises Discriminantes (AD), nota-

se uma separação entre os indivíduos CG e SG dentro de cada área e com relação a amostragem total (Figuras 22A a 24A e 27A; Tabelas 10 a 13) e também, nos gráficos e tabelas de validação cruzada das comparações entre áreas (Figuras 25, 26 e 28; Tabelas 14, 15 e 20 a 22), ocorre uma maior diferenciação entre as populações geograficamente mais distantes (A1 e A3; Tramandaí e médio-baixo Uruguai, respectivamente), com os exemplares da área intermediária a elas (A2; laguna dos Patos) posicionados entre as mesmas e sobrepondo-as. De acordo com Frankham et al. (2002), o que pode ter ocasionado esta leve diferença entre A1 e A3 é a distância geográfica que tende à uma diminuição da diversidade genética com o aumento da diferenciação entre populações da mesma espécie. Este isolamento entre populações causado por barreiras geográficas (no caso drenagens distintas) faz com que cada população, restrita ao seu “espaço”, desenvolva ao longo do tempo, e em seu próprio sistema, características próprias e distintivas (Lowe-McConnell, 1969). Tais barreiras também impedem/diminuem o fluxo gênico entre populações, reforçando ainda mais o isolamento e estruturação delas.

Nas análises relativas ao tamanho médio do centroide, os resultados da ANOVA para as variações entre todas as combinações de comparativos (Tabela 23), mostram diferenças significativas relativas a presença de ganchos (GANCHO), entre as áreas (ÁREAS), combinando a presença de ganchos e as áreas (GANCHO+ÁREAS), e combinando as áreas e a presença de segunda mancha umeral (ÁREAS+MANCHA). Os maiores de valor de F se encontram nos dois primeiros comparativos ($F=42,555$ e $F=23,987$, respectivamente), indicando uma maior diferença entre os grupos quando comparados somente com relação a presença de ganchos ou com a área.

No Teste-T comparando exemplares com ganchos (CG) e sem ganchos (SG), observa-se que os indivíduos CG são possuidores de valores maiores para o tamanho do centroide tanto no comparativo geral (Figura 29), quanto no comparativo dentro de cada área (Figura 31). Os exemplares CG também possuem menor variação desse valor, isso pode ser explicado pela possível presença de indivíduos machos que não atingiram a maturidade sexual e, portanto, não possuem ganchos, sendo identificados como pertencentes ao grupo sem ganchos - e aumentando a variação dos valores para esse grupo.

Esse resultado pode parecer que contraria o que é relatado na literatura, em que, na descrição das espécies *Astyanax janeiroensis* e de *A. jordanensis*, as fêmeas teriam, em média, um maior comprimento padrão que os machos (Mazzoni et al., 2005; Alcaraz et al., 2009), porém, esses estudos levam em consideração apenas uma medida linear (comprimento padrão), enquanto que o tamanho do centroide é baseado em medidas multivariadas, podendo ser relacionado com o tamanho geral do corpo do indivíduo. Também se observa que a área A3 diferencia-se das demais áreas, possuindo um menor tamanho médio do centroide e valores de P significativos quando comparada com A1 e A2, enquanto essas duas não possuem diferença significativa entre si (Tabela 27). Na Tabela 25, relativa ao comparativo entre exemplares CG e SG, mas levando em consideração a sua área de origem, nota-se que apenas A1 e A3 possuem variações internas significativas, enquanto que as demais diferenciações significativas envolvem exemplares SG de A3 com outras áreas, reforçando que existe maior diferenciação de tamanho médio do centroide dos exemplares de A3 para com as demais áreas, do que entre exemplares levando-se em consideração apenas a presença (CG) ou ausência de ganchos (SG), porém, não descartando a existência da mesma. Na comparação do tamanho do centroide entre manchas (Figura 43), ocorre algo semelhante, sendo os valores de P significativo apenas para as comparações entre A3 e as outras áreas, não ocorrendo diferenciação dentro de uma mesma população.

As Análises de Variáveis Canônicas (AVC) e Discriminante (AD) indicam uma diferenciação da população proveniente da área A1 com relação as outras duas, tanto no comparativo geral (Figuras 40 e 41; Tabela 28) quanto nos comparativos utilizando apenas exemplares com os caracteres selecionados (Figuras 42 e 43; Tabelas 29 a 32). Com relação às análises de distâncias de Procrustes e Mahalanobis entre as formas (Tabela 41 até 46), novamente observa-se uma maior diferenciação de A1, possuindo os maiores valores quando comparada com A3. Na realização da MANOVA (Tabela 51), as três comparações (Área, Gancho e Mancha) tem resultados significativos, porém, os maiores valores de F estão nos dois primeiros comparativos, o que indica uma maior confiabilidade no resultado de P significativo. Na análise da MANOVA Wilks, os três comparativos obtêm valores de P significativos, entretanto,

observa-se que na primeira, o valor para o teste de Wilks está mais aproximado de 0, indicando diferenças mais significativas entre os grupos. Na segunda e na terceira, os valores do teste de Wilks se aproximam de 1, sugerindo que as diferenças mais significativas estão dentro dos grupos e não entre eles, com base nisso, é possível inferir que as variações de forma mais significativas estão entre as áreas. Posteriormente, na análise da MANOVA par a par (Tabela 53), os três comparativos entre as áreas possuem P significativo, entretanto, os maiores valores de F se encontram nas duas primeiras análises (A1 x A2 e A1 x A3, respectivamente), sendo o maior valor na comparação entre A1 e A3. Esse resultado corrobora com o que foi visto anteriormente nas análises com medidas tradicionais e, novamente, coincide com a explicação de Frankham et al. (2002) para uma diferenciação maior entre populações mais distantes geograficamente. Analisando os gráficos relativos a forma média de cada área, nota-se que as principais diferenças entre A1 e as outras duas áreas, ocorre na parte superior da cabeça (ponto 1 até 2), base do último raio da nadadeira dorsal localizado mais anteriormente, ponto medial na base da nadadeira caudal posicionado mais posteriormente e menor distância entre o início da base do primeiro raio não ramificado da nadadeira anal e a base do raio mais externo da nadadeira pélvica (pontos 9 e 8). Com relação as comparações entre exemplares CG e SG (Figura 48) e exemplares com segunda mancha presente (CM) e segunda mancha ausente (SM) (Figura 49), nota-se que a principal diferença ocorre na base do primeiro raio da nadadeira anal. É possível deduzir que essa diferença, entre os exemplares CG e SG, ocorra devido a presença dos ganchos na nadadeira anal dos machos que atingiram a maturidade sexual.

O fenótipo das espécies é diretamente influenciado pelo ambiente em que habitam, podendo causar diferenciações ao longo do tempo em populações isoladas (Peres-Neto, 1999; Streelman & Danley, 2003). A capacidade de uma mesma espécie se adaptar a diferentes ambientes é relacionada com a plasticidade fenotípica, a qual é presente e bem evidente no gênero *Astyanax* (De Souza et al., 2015).

A plasticidade fenotípica pode ser observada até mesmo entre populações de uma mesma bacia hidrográfica (Caramashi, 1986; Domingues et al., 2007; Pazza et al., 2008), podendo resultar em diferenças morfológicas entre as

populações. Um estudo com *Astyanax bimaculatus* (*sensu* Garutti & Langeani, 2009 e Lucena & Soares, 2016), utilizando marcos anatômicos e análises morfométricas, mostrou que exemplares coletados em ambientes com características diferentes (lótico e lêntico) apresentaram diferenciação morfológica (Santos & Araújo, 2014). Castro et al. (2014), afirmaram existir variação morfológica entre duas populações de *A. scabripinnis* isoladas por uma queda d'água de mais de 100 metros de altura e localizadas em diferentes altitudes do mesmo rio. Em um estudo mais recente, Bonini-Campos et al. (2019) criaram indivíduos de *Megaleporinus macrocephalus* em quatro aquários, cada um com uma diferente posição de forrageamento (posicionamento da comida no aquário) e complexidade estrutural (presença de vegetação e/ou cascalhos), como resultado os quatro grupos desenvolveram diferentes padrões de posicionamento da boca e nadadeiras, bem como variação da forma geral do corpo, mostrando como os fatores ambientais influenciam nos traços morfológicos dos indivíduos desde o início de seu desenvolvimento e como isso pode influenciar nas variações morfológicas de populações naturais. Sendo assim, a forma do corpo de um indivíduo e suas alterações, estão correlacionadas com os fatores ambientais em que são encontrados (Abilhoa, 2007). Entre estes fatores mais conhecidos, a variação de temperatura (Hubbs, 1922; Barlow, 1961; Beacham, 1990), velocidade da água (Claytor et al. 1991; McLaughlin & Grant, 1994; Imre et al. 2002) e a existência de micro habitats (Lundberg & Stager, 1985; Layser & Clady, 1987; O'Reilly & Horn, 2004), podem induzir a variação intraespecífica em peixes.

Apesar da extensa distribuição de *Astyanax eigenmanniorum* registrada, a partir dos resultados apresentados não é possível identificar as populações das diferentes áreas estudadas como espécies distintas. Entretanto, é notável a capacidade de adaptação da espécie com relação às diferentes pressões ambientais nas quais é submetida, assim como a sua plasticidade fenotípica, observada através das variações de tamanho e forma entre os sistemas hidrográficos analisados, e também nas contagens de dentes no maxilar, raios ramificados da nadadeira anal e variação na presença da segunda mancha. Dito isso, fica evidente a necessidade de uma amostragem ampla e da utilização de diferentes metodologias em trabalhos taxonômicos futuros, a fim de obter uma

maior confiabilidade na descrição de novas espécies e das suas respectivas variações merísticas e morfométricas, principalmente com táxons amplamente distribuídos e com alto grau de adaptabilidade e plasticidade fenotípica, como o que é observado em *Astyanax*.

5. REFERÊNCIAS

Abilhoa, V. (2007) Aspectos da história natural de *Astyanax scabripinnis* Jenyns (Teleostei, Characidae) em um riacho de floresta com araucária no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (4), 997–1005.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752007000400016>

Abilhoa, V. & Duboc, L.F. (2007) A new species of the freshwater fish genus *Astyanax* (Ostariophysi: Characidae) from the rio Iguaçu basin, southeastern Brazil. *Zootaxa*, 1587 (1), 43–52.

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.1587.1.3>

Adams, D.C., Rohlf, F.J. & Slice, D.E. (2004) Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology*, 71 (1), 5–16.

<https://dx.doi.org/10.1080/11250000409356545>

Aguirre, W. & Jiménez-Prado, P. (2018) *Guía práctica de Morfometría Geométrica en la Ictiología*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE), Esmeraldas, Ecuador. 104 pp.

Aitchinson J. (1986) *The statistical analysis of compositional data*. Chapman and Hall, New York, 416 pp.

Albert, J.S., Bart Jr, H.L. & Reis, R.E. (2011) Species richness and cladal diversity. In: Albert, J. S. & Reis, R. E. (Eds), *Historical Biogeography of Neotropical freshwater fishes*. University of California Press, Califórnia, pp. 89–104.

Alcaraz, H.S.V., Pavanelli, C.S. & Bertaco, V.A. (2009) *Astyanax jordanensis* (Ostariophysi: Characidae), a new species from the rio Iguaçu basin, Paraná, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7 (2), 185–190.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252009000200008>

Alencar, C.E.R.D., Lima-Filho, P.A., Molina, W.F. & Freire, F.A.M. (2014) Sexual shape dimorphism of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Ucididae) accessed through geometric morphometric. *The Scientific World Journal*, 1 (2), 3–11.

<http://dx.doi.org/10.1155/2014/206168>.

Almiron, A.E., Casciotta, J.R., Azpelicueta, M.D.L.M. & Loureiro, M. (2010) Redescription of *Astyanax stenohalinus* Messner, 1926 (Characiformes: Characidae), a poorly known species from Argentina and Uruguay. *Zootaxa*, 2434 (1), 60–68.

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.2434.1.5>

Azpelicueta, M.D.L.M. & García, J.O. (2000) A new species of *Astyanax* (Characiformes, Characidae) from Uruguay river basin in Argentina, with remarks on hook presence in Characidae. *Revue suisse de Zoologie*, 107, 245–257.

<https://dx.doi.org/10.5962/bhl.part.80128>

Azpelicueta, M.D.L.M., Almirón, A.E. & Casciotta, J.R. (2002) *Astyanax paris*: a new species from the Río Uruguay basin of Argentina (Characiformes, Characidae). *Copeia*, 2002 (4), 1052–1056.

<https://dx.doi.org/10.1643/0045-8511>

Azpelicueta, M.D.L.M., Casciotta, J.R. & Almirón, A.E. (2002) Two new species of the genus *Astyanax* (Characiformes, Characidae) from the Paraná river basin in Argentina. *Revue suisse de Zoologie*, 109, 243–259.

<https://dx.doi.org/10.5962/bhl.part.79588>

Azpelicueta, M.D.L.M., Mirande, J.M., Almirón, A.E. & Casciotta, J.R. (2003) A new species of *Astyanax* (Characiformes, Characidae) from Paraná river basin in Argentina. *Revista del Museo de La Plata*, 15 (166), 1–12.

Barla, M.J., Freyre, L.R., Giraud, L.M., Gutierrez, M. & Sendra, E.D. (1988) Age and growth of *Astyanax eigenmanniorum* (Cope) (Pisces, Characiformes) from San Roque lake, Argentina. *Studies on neotropical fauna and environment*, 23 (3), 177–188.

<https://dx.doi.org/10.1080/01650528809360759>

Barlow, G.W. (1961) Causes and significance of morphological variation in fishes. *Systematic Zoology*, 10 (3), 105–117.

<https://dx.doi.org/10.2307/2411595>

Beacham, T.D. (1990) A genetic analysis of meristic and morphometric variation in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) at three different temperatures. *Canadian Journal of Zoology*, 68 (2), 225–229.

<https://dx.doi.org/10.1139/z90-033>

Bertaco, V.A. & de Lucena, C.A.S. (2006) Two new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from eastern Brazil, with a synopsis of the *Astyanax scabripinnis* species complex. *Neotropical Ichthyology*, 4 (1), 53–60.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252006000100004>

Bertaco, V.A. (2014) *Astyanax douradilho*, a new characid fish from the rio Tramandaí system, southern Brazil (Characiformes: Characidae). *Zootaxa*, 3794 (3), 492–500.

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3794.3.10>

Bertaco, V.A. & de Lucena, C.A.S. (2010) Redescription of *Astyanax obscurus* (Hensel, 1870) and *A. laticeps* (Cope, 1894) (Teleostei: Characidae): two valid freshwater species originally described from rivers of Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8 (1), 7–20.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252010000100002>

Bertaco, V.A. & Vigo, A.C. (2015) A new species of *Astyanax* Baird & Girard (Ostariophysi: Characidae) from the rio Taquari-Antas basin, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, (ahead), 00–00.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20140145>

Bertaco, V.A., Ferrer, J., Carvalho, F.R. & Malabarba, L.R. (2016) Inventory of the freshwater fishes from a densely collected area in South America—a case study of the current knowledge of Neotropical fish diversity. *Zootaxa*, 4138 (3), 401–440.

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4138.3.1>

Bonini-Campos, B., Lofeu, L., Brandt, R. & Kohlsdorf, T. (2019). Different developmental environments reveal multitrait plastic responses in South American Anostomidae fish. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution*, 332 (7), 238–244.

<https://dx.doi.org/10.1002/jez.b.22905>

Bookstein, F.L. (1982) Foundations of morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13 (1), 451–470.

Bookstein, F.L. (1991) *Morphometric Tools for Landmark Data*. Cambridge University Press, New York, Port Chester, 435 pp.

Buckup, P.A. (1999) Sistemática e biogeografia de peixes de riachos. In: Caramashi, E.P., Mazzoni, R. & Peres-Neto, P.R. (Eds.) *Ecologia de Peixes de Riachos*. 6. Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, pp. 91–138.

Calcagnotto, D., Schaefer, S.A. & DeSalle, R. (2005) Relationships among characiform fishes inferred from analysis of nuclear and mitochondrial gene sequences. *Molecular phylogenetics and evolution*, 36 (1), 135–153.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2005.01.004>

Caramashi, E.P. (1986) Distribuição da ictiofauna de riachos das Bacias do Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 245pp. [Tese de Doutorado]

Casciotta, J.R., Almirón, A.E. & Azpelicueta, M.D.L.M. (2003) A new species of *Astyanax* from río Uruguay basin, Argentina (Characiformes: Characidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 14 (4), 329–334.

Casciotta, J.R., Almirón, A.E. & Azpelicueta, M.D.L.M. (2005) *Astyanax pampa* (Characiformes, Characidae), a new species from the southernmost boundary of the Brazilian subregion, Argentina. *Revue suisse de Zoologie*, 112 (2), 401–408.

<https://dx.doi.org/10.5962/bhl.part.80305>

Casciotta, J.R., Almirón, A.E., Bechara, J.A., Roux, J.P. & Ruiz Diaz, F. (2003) *Astyanax pynandi* sp. n. (Characiformes, Characidae) from the Esteros del Iberá wetland, Argentina. *Revue suisse de Zoologie*, 110 (4), 807–816.

Casciotta, J.R. & Almirón, A.E. (2004) *Astyanax chico* sp. n., a new species from the río San Francisco basin, northwest of Argentina (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Zoologische Abhandlungen-Staatliches Museum fur Tierkunde in Dresden*, 54, 11–17.

Castro, J.P., Moura, M.O., Moreira-Filho, O., Shibatta, O.A., Santos, M.H., Nogaroto, V., Vicari, M.R., Almeida, M.C., Artoni, R.F. (2014) Evidence of incipient speciation in *Astyanax scabripinnis* species complex (Teleostei: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 12 (2): 429–438.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20130222>

Castro, R.M.C. (1999) Evolução da ictiofauna de riachos sul americanos: padrões gerais e possíveis processos casuais. *In*: Caramashi, E.P., Mazzoni, R. & Peres-Neto, P.R. (Eds.) *Ecologia de Peixes de Riachos*. 6. Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, p. 139–155.

Castro, R. & Vari, R.P. (2004) *Astyanax biotae*, a new species of stream fish from the Rio Paranapanema basin, upper Rio Paraná system, southeastern Brazil (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 117 (3), 330–338.

Clayton, R.R., MacCrimmon, H.R. & Gots, B.L. (1991) Continental and ecological variance components of European and North American Atlantic salmon (*Salmo salar*) phenotypes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 44 (3), 203–229.

<https://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.1991.tb00617.x>

Collyer, M. L. & Adams, D. C. (2018) RRPP: An r package for fitting linear models to high-dimensional data using residual randomization. *Methods in Ecology and Evolution*, 9 (7), 1772-1779.

<https://dx.doi.org/10.1111/2041-210X.13029>

Cope, E. (1894) On the Fishes Obtained by the Naturalist Expedition in Rio Grande do Sul. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 33 (144), 84–108. [www.jstor.org/stable/983363 Acessado em 20 de janeiro de 2019]

Cureton, J.C. & Broughton, R.E. (2014) Rapid morphological divergence of a stream fish in response to changes in water flow. *Biology letters*, 10 (6), 20140352.

<https://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.0352>

da Graça, W.J., Oliveira, C.A.M., Lima, F.C.T., da Silva, H.P. & Fernandes, I.M. (2017) A new species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) from Dolina Água Milagrosa, Rio Paraguai basin, Mato Grosso, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 91 (4), 1123–1138.

<https://dx.doi.org/10.1111/jfb.13405>

Dala-Corte, R.B. & Fialho, C.B. (2014) Reproductive tactics and development of sexually dimorphic structures in a stream-dwelling characid fish (*Deuterodon stigmaturus*) from Atlantic Forest. *Environmental Biology of Fishes*, 97 (10), 1119–1127.

<https://dx.doi.org/10.1007/s10641-013-0202-y>

de Melo, F.A. & Buckup, P.A. (2006) *Astyanax henseli*, a new name for *Tetragonopterus aeneus* Hensel, 1870 from southern Brazil (Teleostei: Characiformes). *Neotropical Ichthyology*, 4 (1), 45–52.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252006000100003>

de Souza, F., Zuanon, L.A., Frota, A., Junior, L.F.P. & da Silva, H.P. (2015) Variação ecomorfológica em populações de *Astyanax* aff. *paranae* Eigenmann, 1914, na bacia do alto Rio Paraná. *Biota Amazonia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 5 (3), 44–49.

<http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n3p44-49>

Di Persia, D.H. & Neiff, J.J. (1986) The Uruguay River system. *In*: Davies, B.R. & Walker, K.F. (Eds.) *The ecology of river systems*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, pp. 599–621.

http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-3290-1_12

Domingues, M.D.S., Vicari, M.R., Abilhoa, V., Wamser, J.P., Cestari, M.M., Bertollo, L.A., de Almeida, M.C. & Artoni, R.F. (2007) Cytogenetic and comparative morphology of two allopatric populations of *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Teleostei: Characidae) from upper rio Paraná basin. *Neotropical Ichthyology*, 5 (1), 37–44.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252007000100005>

Eigenmann, C.H. (1910) *Catalogue and bibliography of the freshwater fishes of the Americas south of the tropic of Cancer* (No. 76). Reports of the Princeton University Expedition to Patagonia, Lancaster, 288 pp.

Eigenmann, C.H. (1921) The American Characidae. Part 3. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, 43: 208–310.

Eigenmann, C.H. (1927) The American Characidae. Part 4. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, 43: 311–428.

Eschemeyer, W.N., Fricke, R. & van der Laan, R. (Eds.) (2020) Catalog of Fishes. California Academy of Sciences. Disponível em: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. (Versão eletrônica acessada em 20 de outubro de 2020)

Eschmeyer, W.N. & Fong, J.D. (2020) Species by family/subfamily. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. (Versão eletrônica acessada em 15 de novembro de 2019)

Fink, S.V., Fink, W.L. (1981) Interrelationships of the ostariophysan fishes (Teleostei). *Zoological Journal of the Linnean Society*. 72, 297–353.

<https://dx.doi.org/10.1111/j.1096-3642.1981.tb01575.x>

Fink, S.V., Fink, W.L. (1996) Interrelationships of the ostariophysan fishes (Teleostei). *In*: Stiassny, M.L.J., Parenti, L.R., Johnson, G.D. (Eds.), *Interrelationships of Fishes*. Academic Press, San Diego, CA, pp. 209–249.

- Fink, W.L. & Weitzman, S.H. (1974) The so-called cheirodontin characids of Central America, with descriptions of two new species (Pisces: Characidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 172, 1–46.
- Fornel, R. (2005) Estudo da variação morfológica craniana entre quatro blocos populacionais de *Ctenomys lami* (Rodentia, Ctenomyidae) através de morfometria geométrica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 78 pp. [Dissertação de mestrado]
- Fornel, R., & Cordeiro-Estrela, P. (2012) Morfometria geométrica e a quantificação da forma dos organismos. *In*: Marinho, J.R., Hepp, L.U., Fornel, R. (Eds.). *Temas em Biologia: Edição comemorativa aos 20 anos do Curso de Ciências Biológicas e aos 5 anos do PPG-Ecologia da URI Campus de Erechim*. EDIFAPES, Erechim, pp. 101–120.
- Frankham, R., Briscoe, D.A. & Ballou, J.D. (2002) *Introduction to conservation genetics*. Cambridge university press, 617 pp.
- Franssen, N.R. (2011) Anthropogenic habitat alteration induces rapid morphological divergence in a native stream fish. *Evolutionary Applications*, 4 (6), 791–804.
<https://dx.doi.org/10.1111/j.1752-4571.2011.00200.x>
- Garavello, J.C. & Sampaio, F.A.A. (2010) Five new species of genus *Astyanax* Baird & Girard, 1854 from Rio Iguaçú, Paraná, Brazil (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). *Brazilian Journal of Biology*, 70 (3): 847–865.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842010000400016>
- Garutti, V. & Britski, H.A. (2000) Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. *Comunicações Museu Ciências Tecnologia PUCRS, Série Zoologia*, 13, 65–88.
- Garutti, V. (1990) Caráter sexual secundário em *Astyanax bimaculatus* (Ostariophysi, Characidae), relacionado às nadadeiras anal e pélvicas. *Naturalia (São José do Rio Preto)*, 15, 109–119.

Garutti, V. & Langeani, F. (2009) Redescription of *Astyanax goyacensis* Eigenmann, 1908 (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 7 (3), 371–376.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252009000300003>

Gonçalves, T.K., Azevedo, M.A., Malabarba, L.R. & Fialho, C.B. (2005) Reproductive biology and development of sexually dimorphic structures in *Aphyocharax anisitsi* (Ostariophysi: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 3 (3), 433–438.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252005000300012>

Graça, W.J. & Pavanelli C.S. (2007) *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. Eduem, Maringá, 241p.

Haluch, C.F. & Abilhoa, V. (2005) *Astyanax totae*, a new characid species (Teleostei: Characidae) from the upper rio Iguaçu basin, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3 (3), 383–388.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252005000300005>

Hammer, Ø., Harper, D.A. & Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4 (1), 9 pp.

Hass, T.C., Blum, M.J. & Heins, D.C. (2010) Morphological responses of a stream fish to water impoundment. *Biology Letters*. 6 (6), 803–806.

<https://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2010.0401>

Hervé, M. (2018) RVAideMemoire: testing and plotting procedures for biostatistics. *R Package Version 0.9-69*. Disponível online em: <https://CRAN.R-project.org/package=RVAideMemoire>.

Hubbs, C.L. (1922) Variations in the number of vertebrae and other meristic characters of fishes correlated with the temperature of water during development. *The American Naturalist*, 56 (645), 360–372.

Imre, I., McLaughlin, R.L. & Noakes, D.L.G. (2002) Phenotypic plasticity in brook charr: changes in caudal fin induced by water flow. *Journal of Fish Biology*, 61 (5), 1171–1181.

<https://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb02463.x>

Ingenito, L.F. & Duboc, L.F. (2014) A new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from the upper rio Iguaçu basin, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 12 (2), 281–290.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20130117>

Klingenberg, C.P. & Marugán-Lobón, J. (2013) Evolutionary covariation in geometric morphometric data: analyzing integration, modularity, and allometry in a phylogenetic context. *Systematic Biology*, 62 (4), 591–610.

<https://dx.doi.org/10.1093/sysbio/syt025>

Klingenberg, C.P. (2011) MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11 (2), 353–357.

<https://dx.doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x>

Lampert, V.R., Azevedo, M.A. & Fialho, C.B. (2007) Reproductive biology of *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Ostariophysi: Characidae) from the Rio Ibicuí, RS, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50 (6), 995–1004.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132007000700011>

Lampert, V.R., Azevedo M. A. & Fialho. C. B. (2004) Reproductive biology of *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) from rio Vacacaí, RS, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2 (4): 209–215.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252004000400003>

Layzer, J.B. & Clady, M.D. (1987) Phenotypic variation of young-of-year bluegills (*Lepomis macrochirus*) among microhabitats. *Copeia*, 702–707.

<http://dx.doi.org/10.2307/1445662>

- Lowe-McConnell, R.H. (1969) Speciation in tropical freshwater fishes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 1 (1-2), 51–75.
<https://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.1969.tb01812.x>
- Lucena, C.A.S. de, Castro, J.B. & Bertaco, V.A. (2013) Three new species of *Astyanax* from drainages of southern Brazil (Characiformes; Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 11 (3): 537–552.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252013000300007>
- Lucena, C.A.S., Zaluski, A.B. & Lucena, Z.M.S. de. (2017) *Astyanax taurorum* a new species from dos Touros River, Pelotas River drainage, an upland southern Brazilian river (Characiformes: Characidae). *Zoologia*, 34, 1–8.
<http://dx.doi.org/10.3897/zoologia.34.e20174>
- Lucena, C.A.S., Bertaco, V.A. & Berbigier, G. (2013) A new species of *Astyanax* from headwater streams of southern Brazil (Characiformes: Characidae). *Zootaxa*, 3700 (2), 226–236.
<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3700.2.2>
- Lucena, C.A.S. & Soares, H.G. (2016) Review of species of the *Astyanax bimaculatus* “caudal peduncle spot” subgroup sensu Garutti & Langeani (Characiformes, Characidae) from the rio La Plata and rio São Francisco drainages and coastal systems of southern Brazil and Uruguay. *Zootaxa*, 4072 (1), 101–125.
<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4072.1>
- Lundberg, J.G. & Stager, J.C. (1985) Microgeographic diversity in the neotropical knife-fish *Eigenmannia macrops* (Gymnotiformes, Sternopygidae). *Environmental Biology of Fishes*, 13 (3), 173–181.
<https://dx.doi.org/10.1007/BF00000928>
- Macedo, M.P. (2017) Morfometria geométrica alar como ferramenta para a identificação de três espécies de califorídeos (Diptera: Calliphoridae) no Distrito Federal. *EntomoBrasilis*, 10 (1), 09–13.
<http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v10i1.655>

- Malabarba, L.R. (1989) Histórico sistemático e lista comentada das espécies de peixes de água doce do sistema da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Zoologia*, 2 (8): 107–179.
- Malabarba, L.R. & Isaia, E.A. (1992) The freshwater fish fauna of the rio Tramandaí drainage, Rio Grande do Sul, Brazil, with a discussion of its historical origin. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia*, 5 (12), 197–223.
- Malabarba, L.R. & Weitzman, S.H. (2003) Descriptions of a new genus from southern Brazil, Uruguay and Argentina, with a discussion of a putative characid clade (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Comunicacoes do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS*, 16 (1), 67–151.
- Malabarba, L.R., Carvalho-Neto, P., Bertaco, V.D.A., Carvalho, T.P., Santos, J.D. & Artioli, L.G.S. (2013) Guia de identificação dos peixes da bacia do rio Tramandaí. *Porto Alegre: Via Sapiens*, Porto Alegre, 140 pp.
- Marinho, M.M. & Lima, F.C. (2009) *Astyanax ajuricaba*: a new species from the Amazon basin in Brazil (Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 7 (2), 169–174.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252009000200006>
- Mazzoni, R., Mendonça, R.S. & Caramaschi, E.P. (2005) Reproductive biology of *Astyanax janaeirensis* (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba River, Maricá, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65 (4), 643–649.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842005000400012>
- McLaughlin, R.L. & Grant, J.W. (1994) Morphological and behavioural differences among recently-emerged brook charr, *Salvelinus fontinalis*, foraging in slow-vs. fast-running water. *Environmental Biology of Fishes*, 39 (3), 289–300.
<https://dx.doi.org/10.1007/BF00005130>
- Miquelarena, A.M., Protogino, L.C. & López, H.L. (2005) *Astyanax hermosus*, a new species from the Primero River basin, Córdoba, Argentina (Characiformes, Characidae). *Revue Suisse de Zoologie*, 112, 13–20.

- Miquelarena, A.M. & Menni R.C. (2005) *Astyanax tumbayaensis*, a new species from northwestern Argentina highlands (Characiformes: Characidae) with a key to the Argentinean species of the genus and comments on their distribution. *Revue Suisse de Zoologie*, 112 (3), 661–676.
- Mirande, J.M. & Azpelicueta, M.D.L.M. (2007) A new species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) from the endorheic Río Salí basin, Tucumán, northwestern Argentina. *Zootaxa*, 1646 (1), 31–39.
<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.1646.1.3>
- Mirande, J.M., Aguilera, G. & Azpelicueta, M.D.L.M. (2004) A new species of *Astyanax* (Characiformes, Characidae) from the upper río Bermejo basin, Salta, Argentina. *Revue Suisse de Zoologie*, 111 (1), 213–223.
<https://dx.doi.org/10.5962/bhl.part.80235>
- Mirande, J.M., Aguilera, G. & Azpelicueta, M.D.L.M. (2006) *Astyanax endy* (Characiformes: Characidae), a new fish species from the upper Río Bermejo basin, northwestern Argentina. *Zootaxa*, 1286 (1), 57–68.
<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.1286.1.6>
- Mirande, J.M., Azpelicueta, M.D.L.M. & Aguilera, G. (2006) Redescription of *Astyanax correntinus* (Holmberg, 1891) (Teleostei: Characiformes: Characidae), more than one hundred years after original description. *Zoologische Abhandlungen*, 55, 9–15.
- Mirande, J.M. (2018) Morphology, molecules and the phylogeny of Characidae (Teleostei, Characiformes). *Cladistics*, 35 (3), 282–300.
<http://dx.doi.org/10.1111/cla.12345>
- Monteiro, L.R. (2013) Morphometrics and the comparative method: studying the evolution of biological shape. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24 (1), 25–32.
<http://dx.doi.org/10.4404/hystrix-24.1-6282>
- Nelson, J.S., Grande, T.C. & Wilson, M.V. (2016) *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, Hoboken, 752 pp.

Neris, N., Villalba, F., Kamada, D. & Viré, S. (2010) *Guía de peces del Paraguay*. Itaipu Binacional, Asunción. 299 pp.

Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E. & Wagner, H. (2019) Package 'vegan'. *Community ecology package*, 2 (9), 1-295.

Oliveira, C.A., Abilhoa, V. & Pavanelli, C.S. (2013) *Astyanax guaricana* (Ostariophysi: Characidae), a new species from the rio Cubatão drainage, Paraná State, Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11 (2), 291–296.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252013000200007>

Oliveira, C., Avelino, G.S., Abe, K.T., Mariguela, T.C., Benine, R.C., Ortí, G., Vari, R.P. & e Castro, R.M.C. (2011) Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. *BMC evolutionary biology*, 11 (1), 275 pp.

<https://dx.doi.org/10.1186/1471-2148-11-275>

O'Reilly, K.M. & Horn, M.H. (2004) Phenotypic variation among populations of *Atherinops affinis* (Atherinopsidae) with insights from a geometric morphometric analysis. *Journal of Fish Biology*, 64 (4), 1117–1135.

<https://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2004.00379.x>

Paradis E. & Schliep K. (2018) ape 5.0: an environment for modern phylogenetics and evolutionary analyses in R. *Bioinformatics*, 35 (3), 526-528.

<https://dx.doi.org/10.1093/bioinformatics/bty633>

Pavanelli, C.S. & Oliveira, C.A.M. (2009) A redescription of *Astyanax gymnodontus* (Eigenmann, 1911), new combination, a polymorphic characid fish from the rio Iguaçu basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7 (4), 569–578.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252009000400003>

Pazza, R., Kavalco S.A.F., Penteado P.R., Kavalco K.F. & Almeida-Toledo L. F. (2008) The species complex *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819 (Teleostei, Characiformes) a multidisciplinary approach. *Journal of Fish Biology*, 72 (8), 2002–2010.

<https://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.01837.x>

Peres-Neto, P.R. (1999) Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riacho. *In*: Caramashi, E.P., Mazzoni, R. & Peres-Neto, P.R. (Eds.) *Ecologia de Peixes de Riachos*. 6. Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, pp. 209–236.

Protopino, L.C., Miquelarena, A.M. & Lopez, H.L. (2006) A new species of *Astyanax* (Teleostei, Characiformes, Characidae), with breeding tubercles, from the Paraná and Uruguay river basins. *Zootaxa*, 1297 (1), 1–16.

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.1297.1.1>

Team, R. C. (2018) R: A language and environment for statistical computing. Available at: <http://www.R-project.org>.

Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. (2003) Check list of the freshwater fishes of South and Central America. *Edipucrs*. Porto Alegre, 729 pp.

Reis, R.E., Albert, J.S., Di Dario, F., Mincarone, M.M., Petry, P. and Rocha, L.A. (2016) Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, 89 (1), 12–47.

<http://dx.doi.org/10.1111/jfb.13016>

Rohlf, F.J. (2006) TPSDIG2 for Windows version 2.10. Available from: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>. (Acessado em 20 de julho de 2018)

Rohlf, F.J. (2008) tpsUtil, file utility program. version 1.40. *Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook*.

Rohlf, F.J. & Marcus, L.F. (1993) A revolution morphometrics. *Trends in Ecology & Evolution*, 8 (4), 129–132.

[https://dx.doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90024-J](https://dx.doi.org/10.1016/0169-5347(93)90024-J)

Santos, A.B.I. & Araújo, F.G. (2015) Evidence of morphological differences between *Astyanax bimaculatus* (Actinopterygii: Characidae) from reaches above and below dams on a tropical river. *Environmental Biology of Fishes*, 98 (1), 183–191.

<https://dx.doi.org/10.1007/s10641-014-0248-5>

Schlager, S. (2017) Morpho and Rvcg–Shape Analysis in R: R-Packages for geometric morphometrics, shape analysis and surface manipulations. *In: Statistical shape and deformation analysis*. Academic Press, pp. 217-256.

Scrucca, L., Fop, M., Murphy, T.B. & Raftery, A.E. (2016) mclust 5: clustering, classification and density estimation using Gaussian finite mixture models. *The R journal*, 8 (1), 289–317.

Sidlauskas, B. (2008) Continuous and arrested morphological diversification in sister clades of characiform fishes: a phylomorphospace approach. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 62 (12), 3135–3156.

<https://dx.doi.org/10.1111/j.1558-5646.2008.00519.x>

Sidlauskas, B., Chernoff, B. & Machado-Allison, A. (2006) Geographic and environmental variation in *Bryconops* sp. cf. *melanurus* (Ostariophysi: Characidae) from the Brazilian Pantanal. *Ichthyological Research*, 53 (1), 24–33.

<https://dx.doi.org/10.1007/s10228-005-0310-6>

Silva, P.C., Malabarba, M.C. & Malabarba, L.R. (2019) Integrative taxonomy: Morphology and ancient DNA barcoding reveals the true identity of *Astyanax taeniatus*, a tetra collected by Charles Darwin during the Beagle's voyage. *Zoologischer Anzeiger*, 278, 110–120.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.jcz.2018.12.007>

Soneira, P., Casciotta, J., Almirón, A., Ciotek, L. & Giorgis, P. (2010) Redescription of *Astyanax erythropterus* (Holmberg, 1891) (Teleostei: Characiformes: Characidae) from La Plata basin in Argentina. *Neotropical Ichthyology*, 8 (4), 771–786.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252010005000009>

Streelman J.T & Danley P.D. (2003) The stages of vertebrate evolutionary radiation. *Trends in Ecology & Evolution*, 18 (3), 126–131.

[https://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)00036-8](https://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(02)00036-8)

Taylor, W.R. & Van Dyke, G.C. (1985) Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium*, 9 (2), 107–109.

Terán, G.E., Butí, C.I. & Mirande, J.M. (2017) A new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characidae) from the headwaters of the arheic Río Sucuma, Catamarca, Northwestern Argentina. *Neotropical Ichthyology*, 15 (2).

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20160165>

Vari, R.P. & Castro, R.M. (2007) New species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from the Upper Rio Paraná System, Brazil. *Copeia*, 2007 (1), 150–162.

[https://dx.doi.org/10.1643/0045-8511\(2007\)7\[150:NSOAO\]2.0.CO;2](https://dx.doi.org/10.1643/0045-8511(2007)7[150:NSOAO]2.0.CO;2)

Venables, W.N. & Ripley, B.D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Springer-Verlag. New York.

Vilella, F.S., Becker, F.G. & Hartz, S.M. (2002) Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic forest river in Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45 (2), 223–232.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132002000200015>



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br