

Article type: Original Article

Title: Padrões espaciais na distribuição de espécies de Cichlidae (Perciformes) em três ecorregiões de água doce neotropicais no Brasil

Authors: Diego S. Campos¹, Jorge L. S. Nunes²

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses 1966, CEP 65080-805, Cidade Universitária do Bacanga, São Luís, Maranhão, Brazil. E-mail: camposds1@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Avenida dos Portugueses 1966, CEP 65080-805, Cidade Universitária do Bacanga, São Luís, Maranhão, Brazil. E-mail: silvanunes@yahoo.com. (Corresponding author)

Running Head: Distribuição de Ciclídeos em três ecorregiões neotropicais do Brasil

1 Structured Abstract

2 Aim

3 Nós buscamos reunir as informações sobre a diversidade de ciclídeos presentes em três ecorregiões na transição entre o
4 domínio amazônico, o nordeste e o centro-oeste no Brasil e verificar padrões espaciais na distribuição e ocorrência das
5 espécies com comentários sobre padrões de riqueza e compartilhamento de espécies.

6 Location

7 Utilizamos dados de ocorrência de 82 espécies de ciclídeos em 69 bacias hidrográficas contidas nas ecorregiões do
8 Estuário do Amazonas e Drenagens Costeiras (EADC), Tocantins-Araguaia e Parnaíba, cobrindo uma área de aproxi-
9 madamente 1,7 milhões de quilômetros quadrados.

10 Methods

11 A riqueza de espécies e o padrão de distribuição foram comparados entre bacias hidrográficas e ecorregiões. As variá-
12 veis bioclimáticas foram calculadas a partir das coordenadas de ocorrência das espécies e foram utilizados para descre-
13 ver os ambientes.

14 Results

15 Nossas análises indicaram um padrão de maior riqueza de espécies de ciclídeos na ecorregião do EADC, seguida pelas
16 bacias do Tocantins-Araguaia e Parnaíba. Foi verificado o maior compartilhamento entre EADC e Tocantins-Araguaia,
17 com 50 espécies em comum, enquanto estas duas ecorregiões compartilham apenas 13 espécies cada uma com a ecorre-
18 gião do Parnaíba e apenas 11 espécies foram comuns às três ecorregiões. A maior parte das espécies se concentra em
19 drenagens abaixo dos 250m nas ecorregiões EADC e Parnaíba, enquanto na região Tocantins-Araguaia se estendem até
20 bem acima de 500m. Temperatura e Pluviosidade mostraram relação inversa com a elevação e latitude, enquanto a am-
21 plitude térmica anual teve relação direta.

22 Main conclusions

23 Apesar da grande quantidade de espécies acumuladas nas três ecorregiões estudadas, o compartilhamento entre as três é
24 relativamente baixo, embora EADC e Tocantins-Araguaia apresentem várias espécies em comum. As características
25 ambientais como temperatura e pluviosidade anual foram associadas à elevação, que junto com a configuração de rele-
26 vo representou o principal divisor na distribuição das espécies com quase a totalidade das espécies encontradas abaixo
27 dos 250m. Porém poucas amostragens foram realizadas acima dessa elevação nas ecorregiões EADC e Parnaíba, indi-
28 cando que as cabeceiras de rios nessas regiões devem receber maior atenção na busca por espécies desconhecidas.

29 **Keywords:** Neotropical cichlids, geographical distribution, species richness, biogeography, South America, zoogeogra-
30 phy

31 Introdução

32 A família Cichlidae é um dos grupos de peixes mais diversificados no mundo, largamente distribuídos e com
33 cerca de 1700 espécies válidas, sendo que 210 foram descritas apenas nos últimos 10 anos (Eschmeyer and Fong 2015).
34 Na região neotropical são conhecidas cerca de 600 espécies de ciclídeos com aproximadamente 60 gêneros endêmicos
35 dessa região (Reis et al. 2003; López-Fernández et al. 2010). Todas as espécies encontradas na região neotropical per-
36 tencem à subfamília Cichlinae, um grupo monofilético cuja riqueza é menor apenas em comparação com o seu clado-
37 irmão, a subfamília Pseudocrenilabrinae (1100 espécies) que é restrita ao centro de irradiação na África e possui algu-
38 mas espécies no Oriente Médio (Sparks and Smith 2004; Leo Smith et al. 2008).

39 A distribuição global dos ciclídeos apresenta padrão Gondwana, o que sugeria uma origem do grupo por volta
40 de 160 milhões de anos atrás (Leo Smith et al. 2008). Por outro lado, reconstruções mais recentes baseadas no registro
41 fóssil e em dados moleculares indicam uma data mais recente, cerca de 57,3-76Ma para a família como um todo e 25,5-
42 34,8Ma para o conjunto das espécies neotropicais, portanto posterior à separação da Gondwana (Friedman et al. 2013;
43 McMahan et al. 2013).

44 Uma característica de relevante interesse biológico observada nos ciclídeos é o surgimento de muitas de espé-
45 cies em um intervalo de tempo relativamente curto (Kocher 2004; Henning and Meyer 2014). Essa forma de diversifi-
46 cação tem atraído a atenção de estudos sobre a biogeografia, a especiação explosiva e a radiação adaptativa destacando
47 como principais condições para o sucesso evolutivo dos ciclídeos a plasticidade observada em características da morfo-
48 logia, alimentação, reprodução, repertório comportamental e aspectos genômicos (Hulsey et al. 2010; López-Fernández
49 et al. 2010; Montaña and Winemiller 2010; Sampaio and Goulart 2011; Piálek et al. 2012; McMahan et al. 2013; Maan
50 and Sefc 2013; Henning and Meyer 2014; Burrell 2015).

51 A biogeografia de peixes de água doce busca descrever a história evolutiva dos grupos taxonômicos baseando-
52 se em dados ambientais nas escalas temporal e espacial de fatores associados à história e geomorfologia das bacias
53 hidrográficas (Lundberg et al. 1998). Os autores que descrevem as áreas de endemismo para peixes na América do Sul
54 afirmam que eventos como a formação dos Andes e do rio Amazonas, as incursões marinhas no Mioceno e a influência
55 de componentes geológicos como os lineamentos tectônicos e arcos estruturais e os escudos cristalinos da Guiana e do
56 Brasil Central são fatores importantes para a configuração atual das assembleias de peixes na região (Lundberg et al.
57 1998; Hubert and Renno 2006; Lovejoy et al. 2006; Cooke et al. 2012). Assim, eventos como as oscilações na elevação
58 do continente, o surgimento de divisores de terra firme derivados dos lineamentos tectônicos e capturas de drenagem
59 entre outros processos ao longo do tempo teriam promovido uma alternância de momentos de junção e separação que
60 foram determinantes para os padrões atuais de dispersão (Hubert and Renno 2006).

61 A definição de áreas de endemismo na América do Sul tem sido discutida e melhorada de acordo a evolução do
62 conhecimento disponível sobre o ambiente, hipóteses sobre a história geológica e geomorfologia das bacias hidrográfi-

63 cas, sendo complementadas pelo conhecimento de aspectos da distribuição e filogeografia da fauna (Lundberg et al.
64 1998; Tedesco et al. 2005; Hubert and Renno 2006; Sigrist and Carvalho 2009; Albert and Reis 2011; Cooke et al.
65 2012). Por outro lado, embora sejam importantes para a compreensão dos padrões de ocorrência de espécies de peixes, a
66 relevância dos fatores históricos e climáticos sobre os padrões de riqueza e dispersão das espécies é diretamente associ-
67 ada à escala espacial, uma vez que nas escalas local e regional outros fatores podem ser muito mais explicativos sobre a
68 manutenção da riqueza de espécies (Oberdorff et al. 1995; Oberdorff et al. 1997).

69 Para a área de interesse deste estudo, foram descritas zonas de endemismo para peixes por diferentes autores
70 que apesar de algumas divergências pontuais, reconhecem as drenagens dos rios Tocantins e Araguaia e seus tributários
71 como sendo associadas ao conjunto das drenagens da margem direita do baixo Amazonas. Descrevem também a zona
72 de endemismo do Maranhão que se estende desde o rio Parnaíba incluindo rios Munim, Itapecuru, Mearim, Pindaré e
73 Gurupi que nascem no Maranhão até o rio Capim no Pará compondo outra unidade diferenciada. Por fim, a zona do
74 Parnaíba que ocupa todo o território do Piauí e mais as drenagens do Maranhão que deságuam no rio Parnaíba sendo
75 considerada como mais próxima à ictiofauna da região nordeste em função do compartilhamento de espécies (Lundberg
76 et al. 1998; Hubert and Renno 2006).

77 A proposta de ecorregiões de água doce (Abell et al. 2008) é uma abordagem alternativa para a definição de
78 áreas de endemismo, delimitando unidades geográficas baseada em estudos de composição, compartilhamento de espé-
79 cies e endemismos. Além disso considera o aspecto histórico e os limites de barreiras naturais, como o curso de rios
80 principais ou as cotas de elevação que são usuais na delimitação de bacias hidrográficas. A partir dessa abordagem de
81 classificação, a área das bacias hidrográficas incluídas neste estudo está incluída nas ecorregiões do Estuário do Ama-
82 zonas e Drenagens Costeiras (ecorregião 323), Tocantins-Araguaia (ecorregião 324) e Parnaíba (ecorregião 325).

83 A área equivalente à ecorregião Tocantins-Araguaia é de importância estratégica para a conservação devido a
84 presença de *hotspots* no Cerrado (Myers et al. 2000). Também são encontrados vários ambientes considerados preferen-
85 ciais pela insubstitutividade na ecorregião do Estuário do Amazonas e Drenagens Costeiras como os rios do Amapá no
86 escudo das Guianas (Hubert and Renno 2006). Porém há um risco crescente de perdas na diversidade relacionados ao
87 declínio de populações, inclusão de espécies nas listas de animais ameaçados de extinção (Machado and Paglia 2008),
88 introdução de espécies exóticas e sobrepesca de várias espécies de peixes (Nunes and Mendonça 2013). Assim, mesmo
89 estando em áreas de endemismo e com uma malha hidrográfica privilegiada, a ictiofauna dessas ecorregiões corre o
90 risco de perder muitas espécies antes mesmo que seja possível a sua descoberta (Barletta et al. 2010).

91 O presente estudo busca apresentar um checklist das espécies de ciclídeos com comentários sobre sua distri-
92 buição nas ecorregiões do Estuário do Amazonas e Drenagens Costeiras, Tocantins-Araguaia e Parnaíba, que constitu-
93 em a transição entre o domínio amazônico e as bacias costeiras do nordeste e do centro-oeste do Brasil verificando a

94 ocorrência de padrões de limitação geográfica e similaridade na ocorrência das espécies e das principais características
95 ambientais em escala regional.

96

97 **Materiais e Métodos**

98 Este estudo reuniu as ocorrências de espécies de ciclídeos dentro das três ecorregiões de água doce que com-
99 põem a área de transição entre o domínio amazônico e a costa nordeste, de acordo com a divisão e nomenclatura pro-
100 posta por (Abell et al. 2008), denominadas como Estuário do Amazonas e Drenagens Costeiras (código 323) , Tocan-
101 tins-Araguaia (324) e Parnaíba (325), compreendendo uma área total de quase 1,7 milhões de quilômetros quadrados
102 (Figura 1).

103 Uma parte dos registros de ocorrência de ciclídeos no Maranhão foi obtida de coletas realizadas nos rios Guru-
104 pi, Tocantins, Pindaré, Mearim, Preguiças, Itapecuru e Munim, por meio de metodologias de captura passiva que inclu-
105 em as redes de espera com malhas de tamanhos variados e as armadilhas do tipo covó e também por técnicas de captura
106 ativa com redes de arremesso (tarrafas) e redes de arrasto. Os exemplares coletados estão depositados na coleção da
107 Universidade Federal do Maranhão (CPUFMA), e também foram utilizados exemplares já disponíveis nessa coleção,
108 que concentra o maior volume de espécimes de peixes das bacias hidrográficas do Maranhão. Dados adicionais de ocor-
109 rência foram obtidos dos bancos de dados Global Biodiversity Information Facility (GBIF)
110 (<http://www.gbif.org/occurrence>) e SpeciesLink (<http://splink.cria.org.br>) que agregam os catálogos das principais cole-
111 ções científicas, com dados mantidos pelas instituições. Esses bancos de dados são importantes ferramentas funcionan-
112 do como um repositório de informações primárias de ocorrência à disposição da comunidade científica, especialmente
113 para o conhecimento da distribuição geográfica (Canhos et al. 2015) e tem sido usado em diversos estudos importantes
114 sobre distribuição de espécies (Galves et al. 2007; Casatti et al. 2013; Marceniuk et al. 2013; Hipólito et al. 2015; Van-
115 depitte et al. 2015). Foram obtidos registros das coleções: The Academy of Natural Sciences Fish Collection (ANSP-
116 ICHTHYOLOGY), Auburn University Museum of Natural History (AUM), California Academy of Sciences (Ich),
117 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Museu de Biologia Professor Mello Leitão - MBML, Museum of
118 Comparative Zoology (Fish), Natural History Museum London (NHM, ZOO, NHMUK), Swedish Museum of Natural
119 History (NRM-Fish), Subcoleção Ictiológica do Campus Parnaíba da Universidade Estadual do Piauí (UESPIPHB),
120 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCP-PEIXES), South African National Biodiversity Institute
121 (SAIAB), Senckenberg SMF (Collection Pisces), Biodiversity Research and Teaching Collections (TCWC - Ichthyo-
122 logy), Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL-PEIXES), Coleção Ictiológica do Nupélia
123 (NUP), Coleção de Peixes da Universidade Federal do Mato Grosso (CPUFMT), Universidade Federal do Pará (GEA,
124 OBIS_BR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Coleção de Peixes da Universidade Federal do To-
125 cantins (UNT), Universidade Estadual Paulista – São José do Rio Preto (DZSJRP- PISCES), Coleção de Peixes do

126 Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC-PIS), Smithsonian National Museum of Natural His-
127 tory (USNM-Fishes), Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), Coleção de Peixes do Laboratório
128 de Ictiologia de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (LIRP). Foi usado como filtro a espacialização dos regis-
129 tros, excluindo-se da busca as ocorrências com coordenadas geográficas suspeitas ou que não tenham sido analisadas
130 nos procedimentos de “*data cleaning*”. Os nomes científicos foram checados e em caso de nome em desuso foram atua-
131 lizados, sendo mantido o número do tombo para consultas futuras.

132 Adotamos um critério de confiabilidade para retirar da análise as espécies cujos registros ofereceram pouca re-
133 presentatividade para a discussão biogeográfica devido a fatores como: baixo número de ocorrências da espécie no geral
134 ($n < 5$), ocorrência em apenas uma única drenagem ou problemas taxonômicos como possíveis identificações incorretas,
135 como observado em exemplares identificados como *Crenicichla saxatilis* (Linnaeus, 1758) com ocorrências marcadas
136 para drenagens do Piauí, Maranhão, Goiás e Mato Grosso, porém possivelmente se referem ao “grupo saxatilis” uma
137 vez que a espécie é restrita ao Suriname (Kullander & Nijssen, 1989), caso semelhante ao de *Crenicichla cyanonotus*
138 Cope, 1870 assinalada na coleção para a bacia do Mearim, no Maranhão, porém devendo se tratar de *C. reticulata* ou
139 uma espécie do “grupo reticulata” (Varella H Comunicação pessoal). Assim, das 112 espécies listadas, 30 foram des-
140 consideradas para fins de comparação da ictiofauna nas ecorregiões.

141 Os registros de ocorrência foram organizados e georreferenciados no software QGIS (QGIS Development Te-
142 am 2015), também utilizado para o processamento das imagens de satélite para a composição do modelo digital de
143 elevação e posterior reamostragem dos dados bioclimáticos obtidos do WorldClim Project (Hijmans et al. 2005) na
144 forma de *raster grids* de resolução espacial de 30-*arc seconds* (aproximadamente 1 km). Os preditores bioclimáticos
145 WorldClim utilizados foram a média anual da temperatura (BIO1), a amplitude térmica anual (BIO7) que indica a dife-
146 rença entre o mês mais frio e o mais quente, e a precipitação anual em série histórica (BIO12). No QGIS o *plugin Point*
147 *Sampling Tool* foi utilizado para extrair os valores das variáveis bioclimáticas das imagens WorldClim sob os pontos de
148 ocorrência dos ciclídeos. Os dados bioclimáticos extraídos foram plotados em uma regressão linear para a obtenção dos
149 padrões de variação na dimensões vertical (elevação) e horizontal (latitude/longitude).

150

151 **Resultados**

152 Foram registradas 112 espécies de ciclídeos com distribuição em 71 bacias hidrográficas dentro do limite das
153 três ecorregiões incluídas neste estudo. A ecorregião do Estuário do Amazonas e Drenagens Costeiras (a partir daqui
154 mencionada como EADC) apresentou a maior riqueza com 93 espécies pertencentes a 26 gêneros, seguida pela ecorre-
155 gião Tocantins-Araguaia com 68 espécies em 24 gêneros e a ecorregião do Parnaíba com 18 espécies em 9 gêneros
156 (Tabela 1).

157 Os gêneros com a maior quantidade de espécies foram, em ordem decrescente de quantidade, *Crenicichla*,
158 *Apistogramma*, *Geophagus*, *Cichla*, *Satanoperca*, *Aequidens*, *Cichlasoma*, *Mesonauta*, *Teleocichla*, *Heros*, *Laetacara*,
159 *Astronotus*, *Hypseleacara* e *Retroculus*, todos os demais tiveram apenas duas espécies ou menos (Figura 2). Porém, con-
160 siderando-se apenas o conjunto das espécies que atenderam ao critério de confiabilidade (n=82), a ecorregião EADC
161 ainda teve a maior riqueza com 72 espécies, a ecorregião do Tocantins-Araguaia teve 60 e Parnaíba 16 espécies.

162 As variáveis climáticas Temperatura média anual, Amplitude térmica e Precipitação anual acumulada obtidas
163 do *dataset* WordClim (Hijmans et al. 2005) para os pontos referentes às ocorrências de cada espécie indicam forte rela-
164 ção com a elevação do terreno e a latitude. A amplitude térmica anual aumenta proporcionalmente com a elevação do
165 terreno, enquanto a temperatura média anual e a pluviosidade decrescem. O padrão oposto foi observado em função da
166 latitude, sendo observadas as maiores temperaturas e precipitações acumuladas conforme se aproxima da linha do equa-
167 dor (0°), ao mesmo tempo em que a amplitude térmica diminui (Figura 3).

168 Os registros de ocorrência de ciclídeos se mostraram concentrados em relação às cotas altimétricas abaixo dos
169 250m nas ecorregiões EADC e Parnaíba (Figura 4a), enquanto as amostragens realizadas nas drenagens da ecorregião
170 Tocantins-Araguaia foram mais distribuídas até aproximadamente 500m (Figura 4b). O perfil de elevação do terreno
171 varia de forma sensível na área das três ecorregiões estudadas, com um gradiente que pode ser considerado limitante
172 para a comunicação com as drenagens de ecorregiões vizinhas, principalmente nas cotas mais altas em toda a borda
173 leste das ecorregiões do Parnaíba e Tocantins-Araguaia e na região próxima às cabeceiras dos rios Araguaia e Tocantins
174 (Figura 4c).

175 O maior compartilhamento de espécies baseado na presença das espécies nas bacias hidrográficas foi observa-
176 do entre as ecorregiões do Tocantins-Araguaia e EADC com 50 espécies em comum. Por outro lado, entre Tocantins-
177 Araguaia e Parnaíba foram 13 espécies, enquanto entre Parnaíba e EADC também 13 espécies. Apenas *Aequidens te-*
178 *tramerus*, *Astronotus ocellatus*, *Cichla kelberi*, *C. monoculus*, *Cichlasoma orientale*, *Crenicichla cametana*, *Creni-*
179 *cichla marmorata*, *Crenicichla menezesi*, *Geophagus surinamensis*, *Satanoperca acuticeps* e *Satanoperca jurupari*
180 foram comuns às três ecorregiões (Tabela 1).

181

182 **Discussão**

183 A composição de ciclídeos nas bacias hidrográficas abordadas neste estudo foi de 82 espécies, excluindo-se
184 as possíveis identificações incorretas, espécies restritas a uma única drenagem ou nomes com registro duvidoso. Essa
185 riqueza é distribuída de forma desigual nas três ecorregiões que abrangem a área, com maior quantidade de espécies nas
186 ecorregiões EADC e Tocantins-Araguaia.

187 Nossos resultados representam um incremento de três espécies à atual lista de ciclídeos do rio Itapecuru pro-
188 posta por Barros et al. (2011), incluindo *Crenicichla cametana*, *Aequidens tetramerus* e *Geophagus altifrons*. Em rela-

189 ção às espécies do rio Parnaíba (Ramos et al. 2014), foram acrescentadas as espécies *Cichla kelberi*, *Crenicichla mar-*
190 *morata*, *Satanoperca acuticeps* e *Geophagus surinamensis*, considerando estes dois estudos os mais recentemente pu-
191 blicados.

192 De modo, geral as drenagens principais da ecorregião Tocantins-Araguaia correm sentido sul-norte até a di-
193 visa com o Maranhão, tendo como divisor geográfico mais marcante as formações elevadas que seguem o lineamento
194 tectônico Marajó-Parnaíba e representam o limite do Escudo Brasileiro a partir de onde nascem os os principais rios do
195 Maranhão drenando em direção ao Golfão (Hoorn 1994). Essa mesma barreira de relevo elevado abriga as nascentes do
196 rio Itapecuru e forma uma borda entre o Maranhão e o Piauí continuando até o curso médio do Parnaíba, onde são en-
197 contradas espécies compartilhadas entre essas duas ecorregiões verificadas neste estudo e em Ramos et al. (2014) como
198 as duas espécies endêmicas dessa área de transição, *Apistogramma piauiensis* e *Geophagus parnaibae*.

199 Estas formações elevadas do relevo na região central do Maranhão formam um importante gradiente de de-
200 clividade em direção às divisas com os estados do Piauí no alto rio Parnaíba e no lado oeste formando a serra do Tira-
201 cambu, que estabelece os limites com as bacias de Maracaçumé, Pindaré e Turiaçu, constituindo verdadeiras bordas
202 sedimentares. Também se apresentam com cotas acima de 300 metros (>500 metros em alguns trechos), condições que
203 são importantes fatores de variação para a composição de assembleias de peixes em riachos e pequenos canais (Buisson
204 et al. 2008; Jaramillo-Villa et al. 2010).

205 A elevação atua como um *proxy* influenciando e covariando com diversos fatores hidrológicos e climáticos,
206 sendo portanto um dos principais fatores a determinar condições como correnteza, vazão e sazonalidade dos canais.
207 Estas características podem resultar na conectividade ou separação de habitats aquáticos adjacentes. Ainda sobre a
208 importância biogeográfica dos gradientes de altitude, Hubert & Renno (2006) afirmam que as áreas mais baixas tendem
209 a ter maior riqueza de espécies, porém menores taxas de endemismo. Mencionam também que as partes altas do
210 continente serviram como refúgio caracterizando seu isolamento durante eventos pretéritos de incursões marinhas que
211 mesclaram as assembleias das regiões mais baixas.

212 Um padrão biogeográfico que tem sido notado precisamente com a citogenética em alguns estudos com
213 peixes Characiformes do Maranhão na transição entre as ecorregiões EADC e Parnaíba, sugere que as populações de
214 *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Erythrinidae) das drenagens centrais do Maranhão como Pindaré, Mearim e até
215 mesmo do rio Gurupi constituem unidades distintas em comparação com as encontradas no rio Tocantins na divisa entre
216 os estados (Souza 2014). Outro exemplo é o estudo com a variação geográfica de haplótipos de *Schizodon vittatus*
217 (Valenciennes, 1850) (Anostomidae) (Abreu 2013) que confirma esse padrão e acrescenta que as populações dos rios
218 Parnaíba, Itapecuru, Mearim e Pindaré formam um clado separado das drenagens do Tocantins. Até o momento não
219 existem estudos similares com ciclídeos nessa área, embora o presente estudo mostre que apesar de compartilhar
220 algumas espécies, é possível ver um limite zoogeográfico na região para a ocorrência de *Geophagus parnaibae*,

221 *Crenicichla menezesi* e *Apistogramma piauiensis*, que são restritas à transição entre a ecorregião do Parnaíba e EADC,
222 não sendo encontradas no rio Tocantins à altura da divisa entre Tocantins e Maranhão nem após o rio Gurupi na divisa
223 com o Pará.

224 A maior riqueza de espécies de ciclídeos observada para a ecorregião EADC pode ser explicada por diversos
225 fatores tanto aqueles associados à origem quanto à manutenção dessa riqueza. uma vez que essa ecorregião abriga um
226 complexo de drenagens com histórias geológicas distintas, como os rios do Amapá e da margem esquerda do rio
227 Amazonas, pertencentes ao domínio do Escudo das Guianas e que ficaram separadas das drenagens que correm do
228 Escudo Brasileiro (Lundberg et al. 1998). Em um estudo sobre os padrões de diversificação de *Symphysodon* spp.,
229 Farias & Hrbek (2008) propõem que a ictiofauna do trecho baixo da bacia Amazônica deve ter sido afetada pelas
230 flutuações no nível do mar no Plio–Pleistoceno (Lundberg et al. 1998), com as drenagens sendo submetidas
231 repetidamente a momentos de junção e separação em ciclos que podem ter durado o suficiente para o acontecimento de
232 diferenciação alopátrica. Porém, os mesmos autores observam que as espécies de *Symphysodon* da região de Cameté
233 (Pará) nos rios Araguaia e Tocantins, que representam o limite leste da área de ocorrência do gênero, apresentam mais
234 diferenciação entre si do que a observada nas outras áreas. Por outro lado, as espécies do rio Jari (Amapá) no extremo
235 norte da bacia amazônica tem pouca diferenciação dos demais grupos da região, o que sustenta a importância do rio
236 Amazonas como uma barreira biogeográfica para esse grupo e possivelmente para outras espécies com dispersão mais
237 restrita como *Apistogramma* spp. e outras de tamanho reduzido.

238 Na região centro-sul do Maranhão que é a parte mais elevada se concentram as nascentes dos mais importantes
239 rios do estado, como Itapecuru, Corda, Grajaú, Pindaré e Mearim, que também está sofrendo com a ocupação para a
240 instalação de plantações e áreas de pastagem que em muitos casos alcançam as margens dos rios (Cunha et al. 2008).
241 Impactos antrópicos dessa natureza são relacionadas à perda de habitats e afetam diretamente a biodiversidade tanto em
242 ecossistemas terrestres quanto os ecossistemas aquáticos, sobretudo os de água doce (Wang et al. 2001; Collen et al.
243 2014). Além disso, modificam sensivelmente atributos dos ecossistemas que são importantes para as espécies, como
244 temperatura, pH, turbidez e vegetação marginal (Hopkins and Burr 2009). Esses tipos de impactos são críticos princi-
245 palmente nas áreas com potencial endemismo ou locais com pouca facilidade de escape para a fauna como as cabeceiras
246 dos rios e riachos. Esses ambientes tem sido desmatadas em função da expansão agrícola e também para fins de extrati-
247 vismo ou pesca predatória (Ribeiro et al. 2014).

248 As hipóteses para a interpretação dos padrões de riqueza de espécies em um determinado local podem ser sin-
249 tetizadas em três relações teóricas (Oberdorff et al. 1995). A relação espécies-área, associa a riqueza à área geográfica
250 disponível (Eadie et al. 1986), a relação espécies-energia associa riqueza à produtividade nos ambientes (Guégan et al.
251 1998; Griffiths et al. 2014) e a hipótese histórica inclui os efeitos de eventos de vicariância e mudanças nos ambientes
252 em uma perspectiva de escala temporal, variáveis mais difíceis de quantificar e nas quais a aplicação em escalas espaci-

253 ais menores requer muita cautela (Oberdorff. et. al 1997). A relação espécies-área encontrada neste estudo com maior
254 número de espécies nas duas maiores ecorregiões, Tocantins-Araguaia e EADC segue o padrão observado em muitas
255 outras drenagens neotropicais, cuja riqueza de espécies tende a ser menor nas bacias costeiras quando comparadas às
256 bacias do interior do continente, principalmente onde o relevo regional oferece condições de maior hierarquização das
257 redes de drenagem como na região central da “superbacia” amazônica (Albert and Reis 2011).

258 Nossa análise do perfil de elevação do terreno demonstrou maior compartilhamento de espécies abaixo da cota
259 de 250m. Por outro lado, algumas espécies foram encontradas apenas acima dessa elevação especificamente na ecorre-
260 gião do Tocantins-Araguaia. É importante considerar que uma vez que os peixes têm sua dispersão limitada por barrei-
261 ras de terra, de acordo com a teoria da biogeografia de ilhas podemos inferir que a maior riqueza pode estar diretamente
262 associada ao tamanho da drenagem e ao grau de conectividade que é maior em terrenos mais aplainados, onde também
263 é esperada menor susceptibilidade à extinção (MacArthur and Wilson 1967; Lévêque et al. 2008; Dias et al. 2013).

264 A importância de se conhecer a comunidade partindo do inventário de espécies reside no fato de que as abor-
265 dagens biogeográficas sobre a distribuição de espécies em largas escalas territoriais incluem o risco de subestimar ou
266 superestimar fatores locais em função de eventos que ocorrem a nível regional (Argent et al. 2003; Lévêque et al. 2008).
267 Nossa caracterização dos ambientes neste estudo com base nas variáveis climáticas e de terreno representa uma leitura
268 de fatores de efeito regional, assim como a caracterização do *pool* regional de espécies. Essa riqueza regional pode
269 desempenhar um papel muito mais importante do que variáveis climáticas ou ambientais (Reyjol et al. 2007) na deter-
270 minação da composição de comunidades locais, especialmente onde a conectividade é mais difícil, como lagoas ou
271 riachos sazonais.

272 De acordo com Ramos et al. (2014), o número de espécies de peixes endêmicas para a bacia do Parnaíba é de
273 54, superando o estimado anteriormente em revisões como Albert & Reis (2011). Porém, ainda segundo Ramos, as
274 lacunas no conhecimento da diversidade de peixes da bacia do Parnaíba se devem principalmente à carência de amos-
275 tragem em regiões como as cabeceiras dos rios e também por falta de estudos mais aprofundados sobre as relações entre
276 as espécies do rio Parnaíba com outros rios conectados. Essas dificuldades se repetem nos rios do Maranhão, nos quais
277 a maior parte dos registros foi verificada nas proximidades dos centros urbanos como observado na distribuição dos
278 registros de ocorrência neste estudo, em pouca distância das estradas principais que cortam o estado e com pouco alcan-
279 ce de áreas como as cabeceiras dos rios, além de amostragens pontuais ou voltadas para as espécies de interesse comer-
280 cial, em detrimento de uma amostragem sistemática para a captura mais generalizada possível (Garavello et al. 2010).
281 Por outro lado, lembramos que há uma boa quantidade de espécimes depositados em diversas coleções do país e tam-
282 bém internacionais que apesar de disponíveis para consulta e com coordenadas geográficas, foram identificadas apenas
283 ao nível de família ou gênero ficando portanto de fora deste estudo, o que evidencia uma carência de trabalhos de revi-
284 são da taxonomia mesmo em um grupo tão diversificado como os ciclídeos.

285 Com base no que observamos em termos de informação disponível, encorajamos que seja direcionada uma
286 maior atenção principalmente às localidades mais vulneráveis, como as cabeceiras dos rios Mearim, Itapecuru, Pindaré
287 e Munim além das bacias próximas ao litoral como Peria, Maracaçumé, Litoral Ocidental e Turiaçu. As avaliações
288 ecológicas e as tomadas de decisão sobre áreas prioritárias para estudo e conservação carecem de informações primárias
289 como características físicas e ambientais, portanto o conhecimento da composição de espécies é um requisito funda-
290 mental.

291 Verificamos um elevado compartilhamento de espécies de ciclídeos entre as ecorregiões EADC e Tocantins-
292 Araguaia que não se repete em relação à ecorregião do Parnaíba, o que confere com o observado para outros grupos de
293 peixes e é um indicativo de limite zoogeográfico bem estabelecido. O padrão de que nas regiões mais baixas a riqueza é
294 maior e há mais compartilhamento entre bacias adjacentes se aplica bem ao observado neste estudo, indicando que além
295 da necessidade de se buscar resolver os entraves filogenéticos das espécies já conhecidas com distribuição ampla, o
296 roteiro para a descoberta de novas espécies possivelmente está “ladeira acima” nas três ecorregiões estudadas.

297

298 **Agradecimentos**

299 Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Estado do Maranhão -
300 FAPEMA pelo apoio financeiro, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela Bolsa
301 de Mestrado do primeiro autor e à Universidade Federal do Maranhão pela infraestrutura disponibilizada.
302 Licença Ambiental para as coletas – SISBIO 42415.

303

304 **References**

- 305 Abell R, Thieme ML, Revenga C, et al (2008) Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic
306 Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *Bioscience* 58:403. doi: 10.1641/B580507
- 307 Abreu JM da S (2013) Variação geográfica em *Schizodon dissimilis* (Garmanm 1890) e diversidade genética e e filoge-
308 nética do grupo *Schizodon fasciatus sensu lato* (CHARACIFORMES: ANOSTOMIDAE. UNIVERSIDADE FE-
309 DERAL DO PARÁ
- 310 Albert JS, Reis RE (2011) Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. UNIVERSITY OF CALIFOR-
311 NIA PRESS, Berkeley / Los Angeles / London
- 312 Argent DG, Bishop J a., Stauffer JR, et al (2003) Predicting freshwater fish distributions using landscape-level varia-
313 bles. *Fish Res* 60:17–32. doi: 10.1016/S0165-7836(02)00076-0
- 314 Barletta M, Jaureguizar AJ, Baigun C, et al (2010) Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continen-
315 tal overview with emphasis on neotropical systems. *J Fish Biol* 76:2118–76. doi: 10.1111/j.1095-
316 8649.2010.02684.x
- 317 Barros MC, Fraga EC, Birindelli JLO (2011) Fishes from the Itapecuru River basin, state of Maranhão, northeast Brazil.
318 *Brazilian J Biol Rev brasleira Biol* 71:375–380.

- 319 Buisson L, Blanc L, Grenouillet G (2008) Modelling stream fish species distribution in a river network: The relative
320 effects of temperature versus physical factors. *Ecol Freshw Fish* 17:244–257. doi: 10.1111/j.1600-
321 0633.2007.00276.x
- 322 Burress ED (2015) Cichlid fishes as models of ecological diversification: patterns, mechanisms, and consequences.
323 *Hydrobiologia* 748:7–27. doi: 10.1007/s10750-014-1960-z
- 324 Canhos DAL, Sousa-Baena MS, de Souza S, et al (2015) The Importance of Biodiversity E-infrastructures for Mega-
325 diverse Countries. *PLOS Biol* 13:e1002204. doi: 10.1371/journal.pbio.1002204
- 326 Casatti L, Pérez-Mayorga MA, Rogério Carvalho F, et al (2013) The stream fish fauna from the rio Machado basin,
327 Rondônia State, Brazil. *Check List* 9:1496–1504.
- 328 Collen B, Whitton F, Dyer EE, et al (2014) Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. *Glob*
329 *Ecol Biogeogr* 23:40–51. doi: 10.1111/geb.12096
- 330 Cooke GM, Chao NL, Beheregaray LB (2012) Marine incursions, cryptic species and ecological diversification in
331 Amazonia: The biogeographic history of the croaker genus *Plagioscion* (Sciaenidae). *J Biogeogr* 39:724–738. doi:
332 10.1111/j.1365-2699.2011.02635.x
- 333 Cunha NR da S, Lima JE de, Gomes MF de M, Braga MJ (2008) A intensidade da exploração agropecuária como indi-
334 cador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. *Rev Econ e ...* 46:291–323. doi: 10.1590/S0103-
335 20032008000200002
- 336 Dias MS, Cornu J-F, Oberdorff T, et al (2013) Natural fragmentation in river networks as a driver of speciation for
337 freshwater fishes. *Ecography (Cop)* 36:683–689. doi: 10.1111/j.1600-0587.2012.07724.x
- 338 Eadie JM, Hurly TA, Montgomerie RD, Teather KL (1986) Lakes and rivers as islands: species-area relationships in the
339 fish faunas of Ontario. *Environ Biol Fishes* 15:81–89. doi: 10.1007/BF00005423
- 340 Eschmeyer WN, Fong JD (2015) Catalog of Fishes: Species by family/subfamily. In: Eletronic version.
341 <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. Accessed 15 Oct 2015
- 342 Farias IP, Hrbek T (2008) Patterns of diversification in the discus fishes (*Symphysodon* spp. Cichlidae) of the Amazon
343 basin. *Mol Phylogenet Evol* 49:32–43. doi: 10.1016/j.ympev.2008.05.033
- 344 Friedman M, Keck BP, Dornburg A, et al (2013) Molecular and fossil evidence place the origin of cichlid fishes long
345 after Gondwanan rifting. *Proc R Soc B Biol Sci* 280:20131733. doi: 10.1098/rspb.2013.1733
- 346 Galves W, Shibatta OA, Jerep FC (2007) Fish, Taquara river basin, northern of the state of Paraná, Brazil. *Check List J*
347 *Species List Distrib* 3:253–259.
- 348 Garavello JCP, Garavello JCP, Oliveira AK (2010) Ichthyofauna, fish supply and fishermen activities on the mid-
349 Tocantins River, Maranhão State, Brazil. *Brazilian J Biol Rev brasleira Biol* 70:575–585. doi: 10.1590/S1519-
350 69842010000300014
- 351 Griffiths D, McGonigle C, Quinn R (2014) Climate and species richness patterns of freshwater fish in North America
352 and Europe. *J Biogeogr* 41:452–463. doi: 10.1111/jbi.12216
- 353 Guégan J-F, Lek S, Oberdorff T (1998) Energy availability and habitat heterogeneity predict global riverine fish diver-
354 sity. *Nature* 391:382–384. doi: 10.1038/34899
- 355 Henning F, Meyer A (2014) The evolutionary genomics of cichlid fishes: explosive speciation and adaptation in the
356 postgenomic era. *Annu Rev Genomics Hum Genet* 15:417–441. doi: 10.1146/annurev-genom-090413-025412
- 357 Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, et al (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land are-
358 as. *Int J Climatol* 25:1965–1978. doi: 10.1002/joc.1276
- 359 Hipólito J, Hasui É, Viana BF (2015) Solving problems involving the distribution of a species of unknown distribution
360 via ecological niche modeling. *Nat Conserv* 13:15–23. doi: 10.1016/j.ncon.2015.03.001
- 361 Hoorn C (1994) An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon River system (Middle–Late Miocene, NW
362 Amazonia). *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 112:187–238. doi: 10.1016/0031-0182(94)90074-4

- 363 Hopkins RL, Burr BM (2009) Modeling freshwater fish distributions using multiscale landscape data: A case study of
364 six narrow range endemics. *Ecol Modell* 220:2024–2034. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2009.04.027
- 365 Hubert N, Renno J-F (2006) Historical biogeography of South American freshwater fishes. *J Biogeogr* 33:1414–1436.
366 doi: 10.1111/j.1365-2699.2006.01518.x
- 367 Hulseley CD, Hollingsworth PR, Holzman R (2010) Co-evolution of the premaxilla and jaw protrusion in cichlid fishes
368 (Heroine: Cichlidae).(Report). *Biol J Linn Soc* 100:619. doi: 10.1111/j.1095-8312.2010.01468.x
- 369 Jaramillo-Villa U, Maldonado-Ocampo J a., Escobar F (2010) Altitudinal variation in fish assemblage diversity in
370 streams of the central Andes of Colombia. *J Fish Biol* 76:2401–2417. doi: 10.1111/j.1095-8649.2010.02629.x
- 371 Kocher TD (2004) Adaptive evolution and explosive speciation: the cichlid fish model. *Nat Rev Genet* 5:288–298. doi:
372 10.1038/nrg1316
- 373 Leo Smith W, Chakrabarty P, Sparks JS (2008) Phylogeny, taxonomy, and evolution of Neotropical cichlids (Teleostei:
374 Cichlidae: Cichlinae). *Cladistics* 24:625–641. doi: 10.1111/j.1096-0031.2008.00210.x
- 375 Lévêque C, Oberdorff T, Paugy D, et al (2008) Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:545–
376 567. doi: 10.1007/s10750-007-9034-0
- 377 López-Fernández H, Winemiller KO, Honeycutt RL (2010) Multilocus phylogeny and rapid radiations in Neotropical
378 cichlid fishes (Perciformes: Cichlidae: Cichlinae). *Mol Phylogenet Evol* 55:1070–1086. doi:
379 10.1016/j.ympev.2010.02.020
- 380 Lovejoy NR, Albert JS, Crampton WGR (2006) Miocene marine incursions and marine/freshwater transitions: Evi-
381 dence from Neotropical fishes. *J South Am Earth Sci* 21:5–13. doi: 10.1016/j.jsames.2005.07.009
- 382 Lundberg JG, Marshall LG, Guerrero J, et al (1998) The stage for neotropical fish diversification: A history of tropical
383 south american rivers. In: Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, et al. (eds) *Phylogeny and Classification of Neotrop-
384 ical Fishes*. EDIPUCRS, Porto Alegre, p 603
- 385 Maan ME, Sefc KM (2013) Colour variation in cichlid fish: Developmental mechanisms, selective pressures and evolu-
386 tionary consequences. *Semin Cell Dev Biol* 24:516–528. doi: 10.1016/j.semcdb.2013.05.003
- 387 MacArthur RH, Wilson EO (1967) *The theory of island biogeography*.
- 388 Machado ABM, M. M. Paglia AP (2008) *rmelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*, 1ª ed. DF: MMA, Brasília
- 389 Marceniuk AP, Caires RA, Wosiacki WB, et al (2013) Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos
390 (Chondrichthyes e Teleostei) da costa norte do Brasil. *Biota Neotrop* 13:251–259.
- 391 McMahan CD, Chakrabarty P, Sparks JS, et al (2013) Temporal patterns of diversification across global cichlid biodi-
392 versity (Acanthomorpha: Cichlidae). *PLoS One* 8:e71162. doi: 10.1371/journal.pone.0071162
- 393 Montaña CG, Winemiller KO (2010) Local scale habitat influences morphological diversity of species assemblages of
394 cichlid fishes in a tropical floodplain river. *Ecol Freshw Fish* 19:216–227. doi: 10.1111/j.1600-
395 0633.2010.00406.x
- 396 Myers N, Fonseca G a B, Mittermeier R a, et al (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*
397 403:853–8. doi: 10.1038/35002501
- 398 Nunes JLS, Mendonça MA (2013) *Biodiversidade marinha da Ilha do Maranhão*. EDUFMA, São Luís
- 399 Oberdorff T, Guegan J-FF, Huguéy B, et al (1995) Global scale patterns of fish species richness in rivers. *Ecography*
400 (Cop) 18:345–352. doi: 10.1111/j.1600-0587.1995.tb00137.x
- 401 Oberdorff T, Huguéy B, Guegan J-F (1997) Is there an influence of historical events on contemporary fish species
402 richness in rivers? Comparisons between Western Europe and North America. *J Biogeogr* 24:461–467. doi:
403 10.1111/j.1365-2699.1997.00113.x
- 404 Olden JD, Kennard MJ, Leprieur F, et al (2010) Conservation biogeography of freshwater fishes: recent progress and
405 future challenges. *Divers Distrib* 16:496–513. doi: 10.1111/j.1472-4642.2010.00655.x

- 406 Piálek L, Ríčan O, Casciotta J, et al (2012) Multilocus phylogeny of *Crenicichla* (Teleostei: Cichlidae), with biogeogra-
407 phy of the *C. lacustris* group: species flocks as a model for sympatric speciation in rivers. *Mol Phylogenet Evol*
408 62:46–61. doi: 10.1016/j.ympev.2011.09.006
- 409 QGIS Development Team (2015) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Found. Proj.
- 410 Ramos T, Ramos R, Ramos S, Ramos AQA (2014) Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. *Biota*
411 *Neotrop* 14:1–8.
- 412 Reis RER, Kullander SO, Ferraris CJC, et al (2003) Check list of the freshwater fishes of South and Central America.
413 EDIPUCRS, Porto Alegre
- 414 Reyjol Y, Hugueny B, Pont D, et al (2007) Patterns in species richness and endemism of European freshwater fish.
415 *Glob Ecol Biogeogr* 16:65–75. doi: 10.1111/j.1466-8238.2006.00264.x
- 416 Ribeiro MFR, Piorski NM, Almeida Z da S de, Nunes JLS (2014) Fish aggregating known as moita , an artisanal fish-
417 ing technique performed in the Munim river , State of Maranhão , Brazil. *Bol Inst Pesca* 40:677–682.
- 418 Sampaio AA, Goulart E (2011) Ciclídeos neotropicais: ecomorfologia trófica. *Oecologia Aust* 15:775–798.
- 419 Sigrist MS, Carvalho CJB De (2009) Historical relationships among areas of endemism in the tropical South America
420 using Brooks Parsimony Analysis (BPA). *Biota Neotrop* 9:79–90. doi: 10.1590/S1676-06032009000400009
- 421 Souza CPA (2014) Diversidade genética e morfométrica de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) em drenagens do estado
422 do Maranhão. Universidade Federal do Maranhão
- 423 Sparks JS, Smith WLWL (2004) Phylogeny and biogeography of cichlid fishes (Teleostei: Perciformes: Cichlidae).
424 *Cladistics* 20:501–517. doi: 10.1111/j.1096-0031.2004.00038.x
- 425 Tedesco P a., Oberdorff T, Lasso C a., et al (2005) Evidence of history in explaining diversity patterns in tropical river-
426 ine fish. *J Biogeogr* 32:1899–1907. doi: 10.1111/j.1365-2699.2005.01345.x
- 427 Vandepitte L, Bosch S, Tyberghein L, et al (2015) Fishing for data and sorting the catch: assessing the data quality,
428 completeness and fitness for use of data in marine biogeographic databases. *Database (Oxford)* 2015:bau125–.
429 doi: 10.1093/database/bau125
- 430 Wang LZ, Lyons J, Kanehl P (2001) Impacts of urbanization on stream habitat and fish across multiple spatial scales.
431 *Environ Manage* 28:255–266. doi: 10.1007/s002670010222
- 432

Tabela 1. Lista de espécies com ocorrências registradas para as bacias hidrográficas das três ecorregiões a partir do material coletado e das ocorrências obtidas das bases de dados de biodiversidade Spling e GBIF

Espécies	Bacias hidrográficas	Ecorregiões		
		Estuário do Amazonas e Drenagens Costeiras	Parnaíba	Tocantins-Araguaia
<i>Acarichthys heckelii</i> (Müller & Troschel, 1849)	Baía de Caxiuanã	X		
	Baixo Xingu	X		
	Guamá	X		
	Itacaiúnas			X
	Maracá-Pucu	X		
	Marajó Ocidental	X		
	Marajó Oriental	X		
	Preto	X		
	Tocantins PA	X		
<i>Acaronia nassa</i> (Heckel, 1840)	Acará	X		
	Baía de Caxiuanã	X		
	Baixo Xingu	X		
	Calha Amazônica	X		
	Costa Atlântica	X		
	Guamá	X		
	Marajó Oriental	X		
	Preto	X		
	Tocantins PA	X		
<i>Aequidens diadema</i> Heckel, 1840	Guamá	X		
<i>Aequidens hoehnei</i> (Miranda Ribeiro, 1918)	AEG 04			X
	Araguaia			X
<i>Aequidens michaeli</i> Kullander, 1995	Baixo Xingu	X		
<i>Aequidens pallidus</i> (Heckel, 1840)	Tocantins-Foz	X		
	Acará	X		
<i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840)	AEG 01			X
	AEG 09			X
	Ajuruxi	X		
	Almas			X
	Baía de Caxiuanã	X		
	Cajari	X		
	Capim	X		
	Costa Atlântica	X		
	Difusas do Alto Parnaíba			X
	Guamá	X		
	Gurupi MA	X		
	Gurupi PA	X		
	Igarapé Tambaqui	X		
	Itacaiúnas			X
	Itapecuru	X		
	Maracá-Pucu	X		
	Marajó Oriental	X		
Mazagão	X			
Mearim	X			
Médio Araguaia GO			X	
Médio Araguaia MT			X	

	Moju	X		
	Munim		X	
	Paraná			X
	Parnaíba		X	
	Preguiças		X	
	Preto	X		
	Tocantins MA			X
	Tocantins PA	X		X
	Tocantins-Foz	X		
	Ajuruxi	X		
	Baixo Xingu	X		
	Capim	X		
<i>Apistogramma agassizii</i> (Steindachner, 1875)	Costa Atlântica	X		
	Guamá	X		
	Gurupi PA	X		
	Maracá-Pucu	X		
	Mazagão	X		
	Preto	X		
	Capim	X		
<i>Apistogramma caetei</i> Kullander, 1980	Costa Atlântica	X		
	Guamá	X		
	Gurupi PA	X		
	Itacaiúnas			X
	Tocantins MA			X
	Tocantins PA	X		
<i>Apistogramma eunotus</i> Kullander, 1981	AEG 01			X
	Araguaia			X
	Médio Araguaia GO			X
	Tocantins MA			X
<i>Apistogramma gossei</i> Kullander, 1982	Ajuruxi	X		
	Baía de Caxiuanã	X		
	Cajari	X		
	Maracá-Pucu	X		
	Pará	X		
	Preto	X		
	Vila Nova	X		
<i>Apistogramma ortmanni</i> (Eigenmann, 1912)	Cajari	X		
<i>Apistogramma piauensis</i> Kullander, 1980	Itapecuru	X		
	Longá		X	
	Munim		X	
	Parnaíba		X	
	Piranji		X	
	Preguiças		X	
<i>Apistogramma regani</i> Kullander, 1980	Acará	X		
	Capim	X		
	Itacaiúnas			X
	Mearim	X		
	Tocantins MA			X
<i>Apistogramma taeniata</i> (Günther, 1862)	Baixo Xingu	X		
<i>Apistogramma tucurui</i> Staeck, 2003	Tocantins PA			X
<i>Astronotus crassipinnis</i> (Heckel, 1840)	Acará	X		
	AEG 11			X
<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	Marajó Oriental	X		
	Baixo Xingu	X		
	Guamá	X		
	Marajó Oriental	X		
	Médio Araguaia MT			X
	Poti		X	

	Tocantins PA	X		
	AEG 01		X	
	AEG 02		X	
	AEG 04		X	
	AEG 10		X	
	AEG 11		X	
	Alto Araguaia MT		X	
	Araguaia		X	
<i>Biotodoma cupido</i> (Heckel, 1840)	Baixo Araguaia		X	
	Baixo Rio das Mortes		X	
	Costa Atlântica	X		
	Marajó Oriental	X		
	Médio Araguaia GO		X	
	Médio Araguaia MT		X	
	Moju	X		
	Tocantins MA		X	
	Tocantins PA	X	X	
	<i>Bujurquina mariae</i> (Eigenmann, 1922)	Médio Araguaia MT		X
AEG 05			X	
	Araguari	X		
	Baía de Caxiuanã	X		
	Baixo Xingu	X		
<i>Caquetaia spectabilis</i> (Steindachner, 1875)	Costa Atlântica	X		
	Guamá	X		
	Itacaiúnas		X	
	Paru-Jari	X		
	Tocantins PA	X	X	
	Tocantins-Foz	X		
<i>Chaetobranchopsis orbicularis</i> (Steindachner, 1875)	Baixo Xingu	X		
	Marajó Oriental	X		
	Pará	X		
	AEG 02		X	
	Baía de Caxiuanã	X		
	Baixo Xingu	X		
	Calha Amazônica	X		
	Guamá	X		
<i>Chaetobranchus flavescens</i> Heckel, 1840	Marajó Oriental	X		
	Médio Araguaia GO		X	
	Médio Araguaia MT		X	
	Moju	X		
	Tocantins MA		X	
	Tocantins PA	X		
	AEG 02		X	
	AEG 07		X	
	AEG 09		X	
	AEG 11		X	
	Almas		X	
<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira, 2006	Baixo Araguaia		X	
	Guamá	X		
	Gurupi PA	X		
	Mearim	X		
	Médio Araguaia GO		X	
	Médio Araguaia MT		X	
	Poti		X	
	Tocantins MA		X	
<i>Cichla melaniae</i> Kullander & Ferreira, 2006	Baía de Caxiuanã	X		
	Baixo Xingu	X		
<i>Cichla monoculus</i> Agassiz, 1831	AEG 11		X	
	AEG 17		X	

	Baía de Caxiuanã	X	
	Baixo Xingu	X	
	Difusas do Baixo Parnaíba		X
	Itacaiúnas		X
	Longá		X
	Marajó Oriental	X	
	Matapi	X	
	Mearim	X	
	Médio Araguaia MT		X
	Médio Tocantins		X
	Poti		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	
	Tocantins-Foz	X	
	AEG 17		X
<i>Cichla ocellaris</i> Bloch & Schneider, 1801	Guamá	X	
	Marajó Oriental	X	
	Mearim	X	
	Médio Araguaia GO		X
	Tocantins MA		X
<i>Cichla pinima</i> Kullander & Ferreira, 2006	Baixo Xingu	X	
	Capim	X	
	Guamá	X	
<i>Cichla piquiti</i> Kullander & Ferreira, 2006	AEG 01		X
	AEG 04		X
	AEG 07		X
	AEG 09		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	Almas		X
	Alto Araguaia GO		X
	Araguaia		X
	Paraná		X
<i>Cichla temensis</i> Humboldt, 1821	Araguari	X	
	Baixo Xingu	X	
	Mearim	X	
	Tocantins PA	X	
<i>Cichlasoma amazonarum</i> Kullander, 1983	Baía de Caxiuanã	X	
	Baixo Xingu	X	
	Calha Amazônica	X	
	Guamá	X	
	Itacaiúnas		X
	Médio Araguaia GO		X
<i>Cichlasoma araguiense</i> Kullander, 1983	AEG 01		X
	AEG 02		X
	AEG 04		X
	AEG 05		X
	AEG 06		X
	AEG 07		X
	AEG 08		X
	AEG 09		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	AEG 12		X
	AEG 14		X
	Almas		X
	Alto Araguaia GO		X
	Alto Araguaia MT		X
	Alto Rio das Mortes		X
	Araguaia		X

	Baixo Araguaia		X
	Baixo Rio das Mortes		X
	Médio Araguaia GO		X
	Médio Tocantins		X
	Paraná		X
	Tocantins PA	X	X
	Vermelho		X
<i>Cichlasoma bimaculatum</i> (Linnaeus, 1758)	Parnaíba		X
	Difusas do Baixo Parnaíba		X
	Difusas do Litoral (PB)		X
	Difusas do Médio Parnaíba		X
	Gurupi MA	X	
<i>Cichlasoma orientale</i> Kullander, 1983	Itacaiúnas		X
	Itapecuru	X	
	Longá		X
	Mearim	X	
	Munim		X
	Parnaíba		X
	Piranji		X
	Potí		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA		X
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i> Kullander, 1983	Gurguéia		X
<i>Cichlasoma zarskei</i> Ottoni, 2011	Mearim	X	
<i>Crenicara punctulatum</i> (Günther, 1863)	Costa Atlântica	X	
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	
<i>Crenicichla adspersa</i> Heckel, 1840	AEG 07		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	Moju	X	
	Tocantins PA	X	
<i>Crenicichla albopunctata</i> Pellegrin, 1904	Jari	X	
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982	Afluentes do Rio Maranhão		X
	AEG 07		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	Araguaia		X
<i>Crenicichla cametana</i> Steindachner, 1911	Gurupi PA	X	
	Itapecuru	X	
	Moju	X	
	Munim		X
	Paraná		X
	Tocantins PA	X	X
<i>Crenicichla compressiceps</i> Ploeg, 1986	Araguaia		X
	Moju	X	
	Tocantins PA	X	X
<i>Crenicichla cyanonotus</i> Cope, 1870	Mearim	X	
<i>Crenicichla cyclostoma</i> Ploeg, 1986	Araguaia		X
	Médio Araguaia GO		X

	Médio Araguaia MT		X
	Tocantins PA	X	
<i>Crenicichla geayi</i> Pellegrin, 1903	Baía de Caxiuanã	X	
	Pará	X	
	Ajuruxi	X	
<i>Crenicichla hummelincki</i> Ploeg, 1991	Maracá-Pucu	X	
	Mazagão	X	
	AEG 02		X
	AEG 12		X
	Capim	X	
<i>Crenicichla inpa</i> Ploeg, 1991	Costa Atlântica	X	
	Guamá	X	
	Itacaiúnas		X
	Tocantins PA	X	
	Tocantins-Foz	X	
	AEG 05		X
<i>Crenicichla jegui</i> Ploeg, 1986	Itacaiúnas		X
	Tocantins PA	X	
	AEG 11		X
	AEG 12		X
	Baía de Caxiuanã	X	
	Baixo Xingu	X	
	Capim	X	
	Guamá	X	
<i>Crenicichla johanna</i> Heckel, 1840	Gurupi PA	X	
	Itacaiúnas		X
	Jari	X	
	Marajó Oriental	X	
	Paraná		X
	Tocantins PA	X	
	Tocantins-Foz	X	
	AEG 02		X
	AEG 04		X
	AEG 07		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	AEG 17		X
<i>Crenicichla labrina</i> (Spix & Agassiz, 1831)	Alto Araguaia GO		X
	Alto Araguaia MT		X
	Baixo Araguaia		X
	Itacaiúnas		X
	Mearim	X	
	Médio Araguaia GO		X
	Moju	X	
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	
	AEG 01		X
	AEG 05		X
	AEG 07		X
	AEG 08		X
	AEG 09		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
<i>Crenicichla lepidota</i> Heckel, 1840	AEG 14		X
	Alto Araguaia GO		X
	Baixo Rio das Mortes		X
	Gurupi MA	X	
	Gurupi PA	X	
	Itacaiúnas		X
	Mearim	X	
	Médio Araguaia MT		X

	Tocantins MA		X
	Tocantins PA		X
	AEG 04		X
	AEG 07		X
	AEG 09		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	AEG 12		X
	AEG 16		X
<i>Crenicichla lugubris</i> Heckel, 1840	Baía de Caxiuana	X	
	Baixo Xingu	X	
	Itacaiúnas		X
	Médio Araguaia GO		X
	Paraná		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA		X
<i>Crenicichla macrophthalmus</i> Heckel, 1840	Baixo Xingu	X	
	Guamá	X	
<i>Crenicichla marmorata</i> Pellegrin, 1904	Baixo Xingu	X	
	Parnaíba		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA		X
	Capim	X	
	Costa Atlântica	X	
	Difusas do Baixo Parnaíba		X
	Difusas do Litoral (PB)		X
	Difusas do Médio Parnaíba		X
	Guamá	X	
<i>Crenicichla menezesi</i> Ploeg, 1991	Gurupi MA	X	
	Gurupi PA	X	
	Itacaiúnas		X
	Itapecuru	X	
	Longá		X
	Mearim	X	
	Munim		X
	Parnaíba		X
	Poti		X
	Preguiças		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA		X
<i>Crenicichla notophthalmus</i> Regan, 1913	Tocantins PA	X	
<i>Crenicichla ocellata</i> (Perugia, 1897)	Tocantins PA	X	
<i>Crenicichla percna</i> Kullander, 1991	Baixo Xingu	X	
	Acará	X	
	AEG 01		X
	AEG 02		X
	Baixo Araguaia		X
	Baixo Rio das Mortes		X
<i>Crenicichla regani</i> Ploeg, 1989	Baixo Xingu	X	
	Cajari	X	
	Capim	X	
	Marajó Oriental	X	
	Matapi	X	
	Médio Araguaia MT		X

	Moju	X	
	Preto	X	
	Tocantins PA	X	X
	AEG 02		X
	AEG 04		X
	AEG 05		X
	AEG 07		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	Araguaia		X
<i>Crenicichla reticulata</i> (Heckel, 1840)	Baixo Araguaia		X
	Baixo Xingu	X	
	Itacaiúnas		X
	Marajó Ocidental	X	
	Marajó Oriental	X	
	Médio Araguaia GO		X
	Médio Araguaia MT		X
	Médio Tocantins		X
	Tocantins MA		X
	AEG 01		X
	AEG 07		X
	AEG 11		X
	AEG 14		X
	AEG 16		X
	Baixo Araguaia		X
	Baixo Xingu	X	
	Cajari	X	
<i>Crenicichla saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	Calha Amazônica	X	
	Guamá	X	
	Gurupi PA	X	
	Maracá-Pucu	X	
	Marajó Ocidental	X	
	Marajó Oriental	X	
	Matapi	X	
	Mearim	X	
	Paraná		X
	Piranji		X
<i>Crenicichla semifasciata</i> (Heckel, 1840)	Guamá	X	
<i>Crenicichla stocki</i> Ploeg, 1991	Tocantins PA	X	X
	AEG 07		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
<i>Crenicichla strigata</i> Günther, 1862	Baixo Xingu	X	
	Cajari	X	
	Capim	X	
	Guamá	X	
	Médio Tocantins		X
	Tocantins PA	X	
<i>Crenicichla urosema</i> Kullander, 1990	Mearim	X	
<i>Crenicichla wallacii</i> Regan, 1905	Paraná		X
<i>Dicrossus maculatus</i> Steindachner, 1875	Marajó Ocidental	X	
	Acará	X	
	AEG 02		X
<i>Geophagus altifrons</i> Heckel, 1840	AEG 06		X
	AEG 07		X
	AEG 09		X
	AEG 10		X

	AEG 11		X
	AEG 12		X
	AEG 14		X
	Araguaia		X
	Baixo Xingu	X	
	Cajari	X	
	Capim	X	
	Costa Atlântica	X	
	Difusas do Médio Parnaíba		X
	Guamá	X	
	Gurupi MA	X	
	Gurupi PA	X	
	Itacaiúnas		X
	Itapecuru	X	
	Maracaçumé	X	
	Matapi	X	
	Médio Tocantins		X
	Paraná		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	
	Tocantins-Foz	X	
<i>Geophagus argyrostictus</i> Kullander, 1991	Baía de Caxiuana	X	
	Baixo Xingu	X	
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Alto Araguaia GO		X
	Itacaiúnas		X
<i>Geophagus camopiensis</i> Pellegrin, 1903	Araguari	X	
	Igarapé Tambaqui	X	
	AEG 02		X
	AEG 04		X
	AEG 05		X
	AEG 06		X
	AEG 07		X
	AEG 08		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
<i>Geophagus neambi</i> Lucinda, Lucena & Assis, 2010	Alto Araguaia GO		X
	Baixo Araguaia		X
	Baixo Xingu	X	
	Itacaiúnas		X
	Médio Tocantins		X
	Tocantins MA		X
	Difusas do Alto Parnaíba		X
	Difusas do Baixo Parnaíba		X
<i>Geophagus parnaibae</i> Staeck & Schindler, 2006	Difusas do Litoral (PB)		X
	Difusas do Médio Parnaíba		X
	Itapecuru	X	
	Longá		X
	Munim		X
	Poti		X
	Guamá	X	
	Gurupi MA	X	
<i>Geophagus proximus</i> (Castelnau, 1855)	Itacaiúnas		X
	Mearim	X	
	Tocantins PA		X
<i>Geophagus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	AEG 11		X
	AEG 12		X

	Alto Araguaia GO		X
	Baixo Xingu	X	
	Calha Amazônica	X	
	Difusas do Médio Parnaíba		X
	Guamá	X	
	Mearim	X	
	Paraná		X
	Piranji		X
	Poti		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	
<i>Geophagus sveni</i> Lucinda, Lucena & Assis, 2010	AEG 01		X
	AEG 04		X
	AEG 07		X
	AEG 09		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	Baixo Araguaia		X
Baixo Rio das Mortes		X	
<i>Heros efasciatus</i> Heckel, 1840	Baixo Xingu	X	
	Guamá	X	
	Pará	X	
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	
<i>Heros notatus</i> (Jardine, 1843)	AEG 04		X
	Baixo Araguaia		X
<i>Heros severus</i> Heckel, 1840	AEG 02		X
	Baía de Caxiuanã	X	
	Costa Atlântica	X	
	Guamá	X	
	Itacaiúnas		X
	Marajó Oriental	X	
	Médio Araguaia MT		X
	Tocantins PA		X
<i>Heros spurius</i> Heckel, 1840	Baixo Xingu	X	
	Guamá	X	
<i>Hypselecara coryphaenoides</i> (Heckel, 1840)	Guamá	X	
	AEG 02		X
<i>Hypselecara temporalis</i> (Günther, 1862)	Araguari	X	
	Baía de Caxiuanã	X	
	Baixo Araguaia		X
	Baixo Xingu	X	
	Guamá	X	
	Maracá-Pucu	X	
	Moju	X	
	Tocantins PA	X	
<i>Krobia guianensis</i> (Regan, 1905)	Baía de Caxiuanã	X	
	Igarapé Tambaqui	X	
<i>Laetacara araguaiae</i> Ottoni & Costa, 2009	AEG 11		X
	Alto Araguaia GO		X
	Araguaia		X
	Baixo Araguaia		X
	Baixo Rio das Mortes		X
	Médio Araguaia GO		X
	Médio Tocantins		X
<i>Laetacara curviceps</i> (Ahl, 1923)	AEG 02		X
	Calha Amazônica	X	
	Mearim	X	

<i>Laetacara flammellus</i> Ottoni, Bragança, Amorim & Gama, 2012	Maracá-Pucu	X	
<i>Laetacara thayeri</i> (Steindachner, 1875)	Gurupi PA	X	
	Marajó Oriental	X	
<i>Mesonauta acora</i> (Castelnau, 1855)	AEG 02		X
	AEG 05		X
	AEG 06		X
	Alto Araguaia MT		X
	Araguaia		X
	Baía de Caxiuanã	X	
	Baixo Araguaia		X
	Baixo Xingu	X	
	Médio Araguaia GO		X
	Tocantins PA		X
<i>Mesonauta festivus</i> (Heckel, 1840)	AEG 01		X
	Alto Araguaia GO		X
	Baixo Rio das Mortes		X
	Costa Atlântica	X	
	Guamá	X	
	Itacaiúnas		X
	Marajó Ocidental	X	
	Marajó Oriental	X	
Médio Araguaia MT		X	
<i>Mesonauta guyanae</i> Schindler, 1998	Maracá-Pucu	X	
	Matapi	X	
<i>Mesonauta insignis</i> (Heckel, 1840)	Baixo Xingu	X	
	Calha Amazônica	X	
	Guamá	X	
	Gurupi PA	X	
	Itacaiúnas		X
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Marajó Ocidental	X	
	Moju	X	
	Tocantins PA	X	
	Afluentes do Rio Maranhão		X
	Alto Araguaia MT		X
<i>Oreochromis urolepis</i> (Norman, 1922)	Difusas do Litoral (PB)		X
	Munim		X
	Paraná		X
	Piranji		X
<i>Pterophyllum scalare</i> (Schultze, 1823)	Médio Tocantins		X
	Baixo Xingu	X	
	Guamá	X	
	Marajó Oriental	X	
	Médio Araguaia MT		X
<i>Retroculus acherontos</i> Landim, Moreira & Figueiredo, 2015	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	
<i>Retroculus lapidifer</i> (Castelnau, 1855)	Almas		X
	Médio Tocantins		X
	AEG 01		X
	AEG 02		X
	AEG 04		X
	AEG 05		X
	AEG 06		X
	AEG 07		X
	AEG 08		X
AEG 09		X	

	AEG 10		X
	AEG 11		X
	AEG 12		X
	AEG 14		X
	AEG 17		X
	Afluentes do Rio Maranhão		X
	Almas		X
	Alto Araguaia GO		X
	Alto Araguaia MT		X
	Alto Rio das Mortes		X
	Araguaia		X
	Guamá	X	
	Gurupi PA	X	
	Itacaiúnas		X
	Médio Araguaia GO		X
	Médio Tocantins		X
	Moju	X	
	Paraná		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	X
	Vermelho		X
<i>Retroculus xinguensis</i> Gosse, 1971	Almas		X
	Baixo Xingu	X	
	Araguaia		X
	Baixo Araguaia		X
	Gurupi MA	X	
	Gurupi PA	X	
<i>Satanoperca acuticeps</i> (Heckel, 1840)	Marajó Ocidental	X	
	Mearim	X	
	Parnaíba		X
	Tocantins MA		X
<i>Satanoperca daemon</i> (Heckel, 1840)	Marajó Oriental	X	
	Acará	X	
	AEG 01		X
	AEG 04		X
	AEG 05		X
	AEG 06		X
	AEG 07		X
	AEG 08		X
	AEG 09		X
	AEG 10		X
	AEG 11		X
	Alto Araguaia GO		X
	Alto Araguaia MT		X
<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	Araguari	X	
	Baixo Araguaia		X
	Baixo Rio das Mortes		X
	Baixo Xingu	X	
	Calha Amazônica	X	
	Capim	X	
	Costa Atlântica	X	
	Flechal	X	
	Guamá	X	
	Gurupi PA	X	
	Itacaiúnas		X
	Mearim	X	
	Médio Araguaia GO		X
	Médio Araguaia MT		X
	Médio Tocantins		X

	Munim	X	
	Paraná		X
	Tocantins MA		X
	Tocantins PA	X	X
	Tocantins-Foz	X	
<i>Satanoperca leucosticta</i> (Müller & Troschel, 1849)	Mearim	X	
<i>Satanoperca pappaterra</i> (Heckel, 1840)	Afluentes do Rio Maranhão		X
<i>Satanoperca rynchitis</i> Kullander, 2012	Cajari	X	
	Maracá-Pucu	X	
	Preto	X	
<i>Symphysodon aequifasciatus</i> Pellegrin, 1904	Baixo Xingu	X	
	Marajó Oriental	X	
<i>Symphysodon discus</i> Heckel, 1840	Baixo Xingu	X	
	Guamá	X	
<i>Teleocichla centrarchus</i> Kullander, 1988	Baixo Xingu	X	
<i>Teleocichla cinderella</i> Kullander, 1988	Araguaia		X
	Tocantins PA	X	
<i>Teleocichla gephyrogramma</i> Kullander, 1988	Baixo Xingu	X	
<i>Teleocichla monogramma</i> Kullander, 1988	Baía de Caxiuanã	X	
	Baixo Xingu	X	
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)	Almas		X
	Itacaiúnas		X
	Médio Tocantins		X
	Paraná		X
<i>Tilapia sparrmanii</i> Smith, 1840	Almas		X
<i>Uaru amphiacanthoides</i> Heckel, 1840	Baixo Xingu	X	
	Marajó Oriental	X	
	Médio Araguaia MT		X

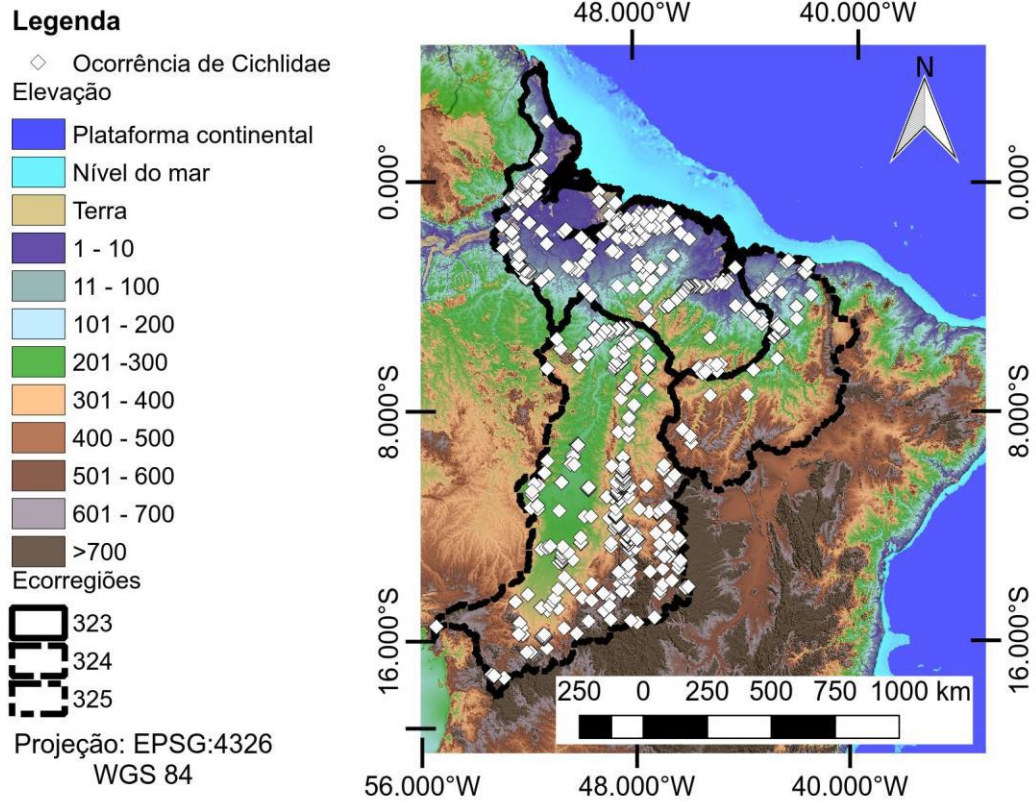


Figura 1. Registros de ocorrência de espécies de ciclídeos obtidas das coletas e adquiridas das bases de dados de biodiversidade Splink e GBIF para a área estudada

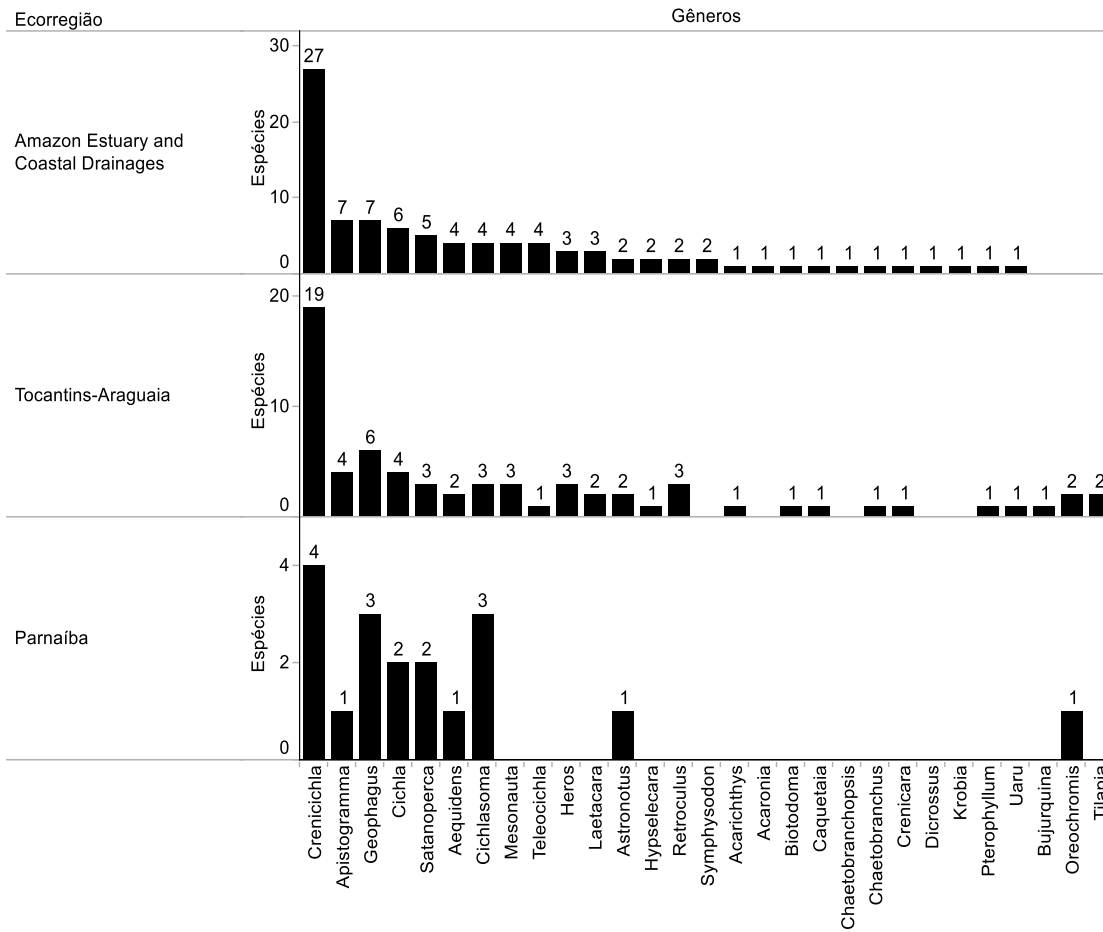
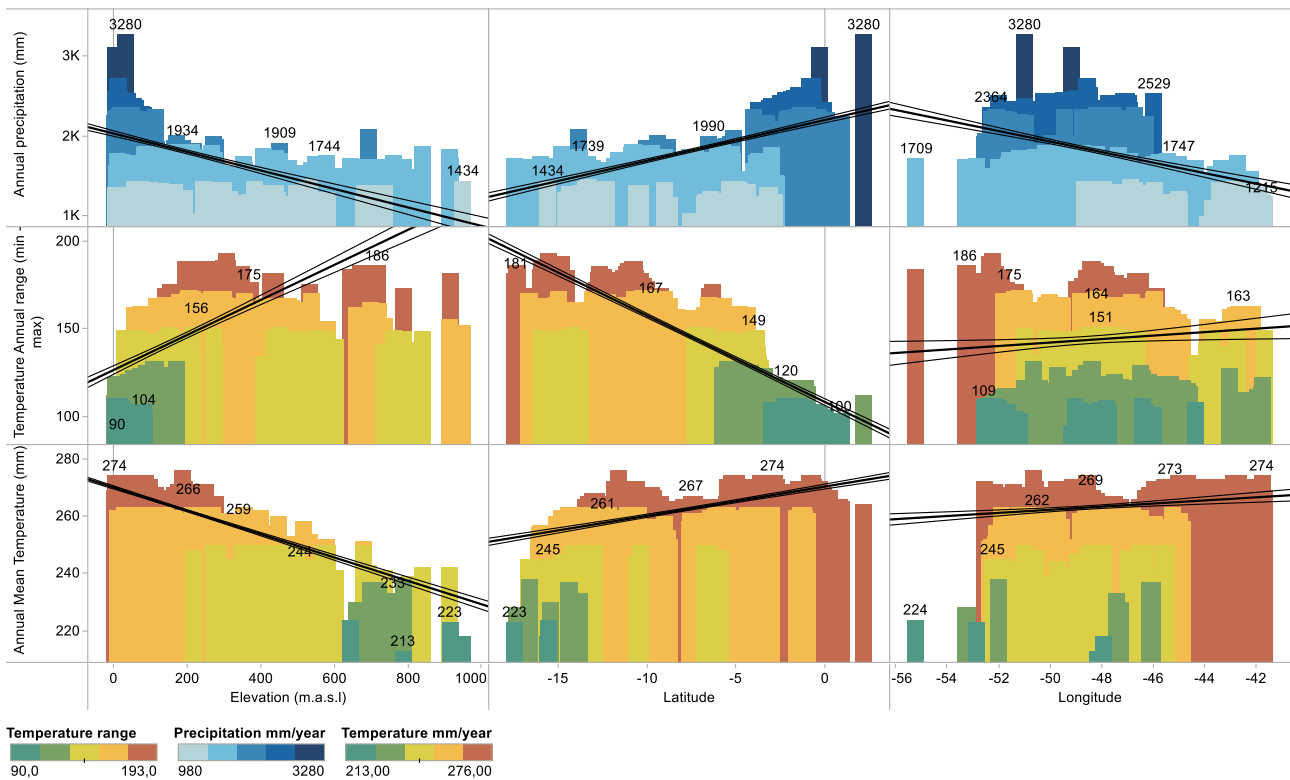


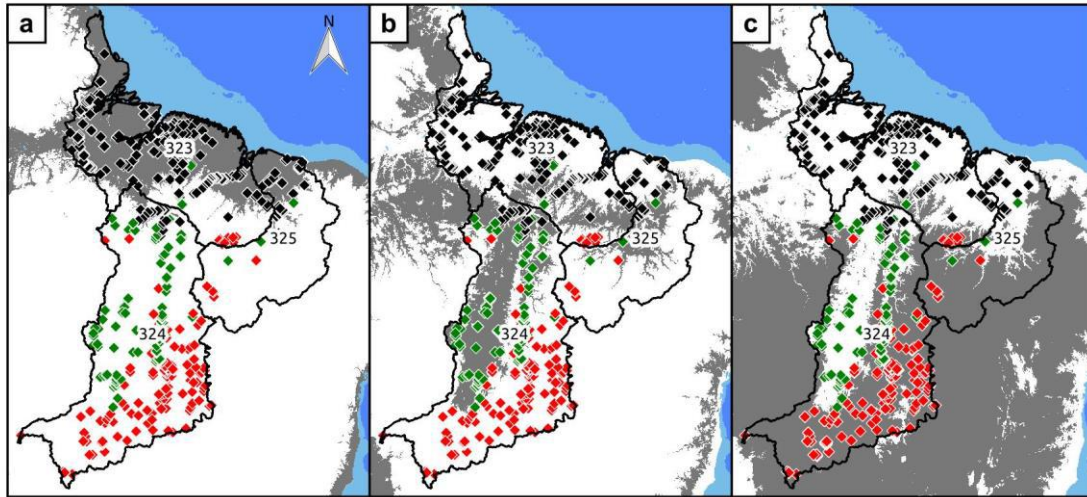
Figura 2. Quantidade de espécies e gêneros de ciclídeos registrados nas três ecorregiões

438



439

Figura 3. Variação espacial dos parâmetros climáticos Temperatura média anual, Amplitude térmica anual e Precipitação acumulada anual para os locais de ocorrência das espécies de ciclídeos neste estudo



Elevação no local da coleta **Ecorregiões**
 ◆ 0 - 125 □ 323 - EADC
 ◆ 125 - 250 □ 324 - Tocantins-Araguaia
 ◆ 250 - 949 □ 325 - Parnaíba
 *Sistema de Coordenadas EPSG:4326 Datum WGS 84

Figura 4. Distribuição das ocorrências de espécies de ciclídeos em relação à hipsometria nas três ecorregiões. As cores dos pontos indicam a elevação no local da coleta e a cor cinza nos mapas representa a área incluída em cada cota de elevação: a) 0-125m b) 125-250m e c) 250-1000m

440 **ANEXO: Normas da Revista**

441

442 **Journal of Biogeography**

443 **Online ISSN: 1365-2699**

444 **CLASSIFICAÇÃO QUALIS-CAPES 2014: A1**

445 **Instructions for Authors**

446 Papers dealing with all aspects of spatial, ecological and historical biogeography are considered for publication in the
447 *Journal of Biogeography*. The mission of the Journal is to contribute to the growth and societal relevance of the disci-
448 pline of biogeography through its role in the dissemination of biogeographical research. To that end, the editorial policy
449 is that the Journal seeks to be representative of the discipline of biogeography, to be global in scope, and to be inclusive
450 of major traditions and viewpoints in the discipline. Authors are particularly encouraged to submit concise, clearly writ-
451 ten papers focused on precisely framed questions or hypotheses of broad interest to the wide international readership of
452 the Journal, in addition we also publish review and opinion papers. Papers that are primarily descriptive and relevant
453 only to the taxon being studied should be submitted to a more specialized journal. The Journal was established in 1974
454 and is published in 12 issues a year.

455 **Review policy.** To avoid unnecessary delay for authors, papers submitted to the Journal are first assessed editorially,
456 and either are rejected outright at this stage or are entered into a full peer review process. We aim to reach an editorial
457 decision on each manuscript in a timely fashion and to do so for first submissions in all cases within three months of
458 receipt.

459 **Requirements for submission**

- 460 1. Manuscripts submitted to *Journal of Biogeography* must not be under consideration for publication elsewhere.
- 461 2. The corresponding author must ensure that for each the first and final rounds of submission each author named on the
462 manuscript has approved the final version and consented to being named as an author on the manuscript, exactly as
463 submitted to the journal.
- 464 3. All manuscripts submitted to the journal will be scanned using software designed to detect plagiarism. Where plagia-
465 rism is found, the submission may be rejected and/or authors' institutions may be notified.
- 466 4. Authors must disclose any conflict of interest that might be perceived as affecting the objectivity of conclusions, even
467 if the conflict is only apparent.
- 468 5. All submissions must be concisely and clearly written in grammatically correct English. Manuscripts must have been
469 read and edited by someone whose first language is English.

470 **Article types and guidelines for layout** The Journal publishes articles under the following main headers: 1) **Perspec-**
471 **tives**, 2) **Commentaries**, 3) **Original Articles**, 4) **Syntheses** and 5) **Correspondence**. All submissions are subject to
472 peer review.

473 **1) Perspectives (formerly Guest Editorial)**

474 The Perspectives section is intended for stimulating and reflective essays providing personal perspectives on key re-
475 search fields and issues within biogeography. When published, Perspectives should be of no more than eight printed
476 pages (main text maximum 5000 words; word count including abstract, main text and references 7000 words maximum
477 but note that shorter articles are encouraged), and they should include a short, single-paragraph abstract, and a set of 6–
478 10 keywords.

479 Manuscripts should be presented in the following order: title page, giving the article type: Perspectives, article title,
480 author names, author research addresses, correspondence author's name, address and e-mail, and short running head
481 (maximum of 8 words); a single-paragraph abstract of up to 250 words; 6–10 keywords; main text; references (using the
482 standard referencing system of the journal); tables with their legends above; list of figure legends; and embedded fig-
483 ures. A biosketch (see below) may be included after the references providing the overall paper length limit is not ex-
484 ceeded. **The word count, inclusive of abstract, main text and references, should be stated on p1 of the manu-**
485 **script.** For an example of a Perspectives paper, click [here](#).

486

487 2) Commentaries

488 Commentary submissions should provide readily intelligible comment on the latest original research in biogeography.
489 The prose style should be light, and the article should be written with the minimum of technical language and jargon, so
490 as to be understandable to a general audience or an undergraduate taking an introductory course in biogeography. Con-
491 tributions will be subject to rapid peer review. Commentaries should occupy a maximum of two pages of the journal,
492 and should have a maximum of 10 references. No biosketch is included for commentaries. Manuscripts should be pre-
493 sented in the following order: article type header: Commentary; article title (maximum of 10 words); main text (if head-
494 ers are used within the text, keep them to a minimum); author names; author research addresses; correspondence au-
495 thor's name, address and e-mail; and the references (using the standard referencing system of the journal). The overall
496 word count, inclusive of all of the above (i.e. text, title, author details, references), should be stated on p1 of the manu-
497 script and should not exceed 1600 words. Should you wish to include a small figure or other illustration, this can be
498 accommodated by a reduction in the number of words on a pro rata basis. For an example of a Commentary, click [here](#)

499 3) Original Articles

500 Original Articles, which are the standard research papers, present new biogeographic research resulting from compre-
501 hensive analysis of a question in biogeography. Standard research papers are classed as Original Articles. Authors
502 should prepare their manuscript so that, when published, the article will comprise not more than 10 to 12 published
503 pages. A single page of the journal can carry one of the following: (1) the article title, author list, abstract, and key-
504 words; (2) about 1000 words of text (including subheadings); (3) about 30 references. For a typical Original Article, in
505 which illustrative material (Tables and Figures) occupies about 3 pages of the journal when printed at final journal siz-
506 ing, the text, inclusive of abstract and reference list, should not exceed 7000 words. The word count, inclusive of ab-
507 stract, main text and references, should be stated on p1 of the manuscript.

508 Manuscripts should be presented in the following order: title page, giving the article type: Original Article, the article
509 title, author names, author research addresses, correspondence author's name, address and e-mail, and short running
510 head (maximum of 8 words); a structured abstract (as detailed below); 6–10 keywords (in alphabetical order); main text;
511 references (using the standard referencing system of the journal); biosketch (see below); tables with their legends
512 above; list of figure legends; and embedded figures. The main headers for Original Articles should normally be Intro-
513 duction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References.

514 **Structured abstracts.** Abstracts should be of no more than 300 words, presented as a series of factual statements under
515 the following headings: Aim, Location, Methods, Results, and Main conclusions. The Aim should give a clear statement
516 of the principal research question(s) or hypotheses, the Methods should give details of materials/sampling/methods of
517 analysis, and the Main conclusions should give the main take-home message.

518

519 **Biosketch/Biosketches.** A short Biosketch/Biosketches entry (30-100 words for one author/150 words for the first three
520 authors, respectively) describing the research interests of the author(s) should be provided. For papers with four or more
521 authors, biosketch details should be supplied for the first author only and/or a general statement of the focus of the re-
522 search team (which may include a link to a group web page) plus, in all cases, a statement of author contributions, e.g.
523 Author contributions: A.S. and K.J. conceived the ideas; K.J. and R.L.M. collected the data; R.L.M. and P.A.K. ana-
524 lysed the data; and A.S. and K.J. led the writing.

525 For an example of a Original Article, click [here](#).

526 **4) Syntheses** Papers that have the character of a theoretical synthesis or review, even if incorporating an element of
527 original analysis within them, should use the strapline Synthesis. Guidelines are as for Original Articles but submissions
528 to the Synthesis section may be of up to 10,000 words, or exceptionally more. Authors of synthesis papers are encour-
529 aged to discuss their planned paper with one of the Chief Editors, especially if the length will exceed 10,000 words
530 providing such length is fully justified. In all cases, the word count, inclusive of abstract, main text and references,
531 should be stated on p1 of the manuscript. For an example of a Synthesis paper, click [here](#).

532 **5) Correspondence** The Journal welcomes short items of correspondence prompted by papers previously published in
533 this or occasionally in other journals. The text should not normally exceed 2500 words, inclusive of a short one-
534 paragraph abstract (up to 150 words), and a list of 6–10 keywords. No biosketch is necessary for Correspondence pa-
535 pers. The word count, inclusive of abstract, main text and references, should be stated on p1 of the manuscript. For an
536 example of a Correspondence paper, click [here](#).

537 **Pre-submission English language editing** Authors for whom English is a second language may choose to have their
538 manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing
539 services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp Japanese authors can also find a
540 list of local English improvement services at <http://www.wiley.co.jp/journals/editcontribute.html>.

541 **Submission**

542 Submission to the *Journal of Biogeography* is via an online submission process at <http://mc.manuscriptcentral.com/jbi>.
543 It is strongly recommended that before submission authors download and then complete our Author Checklist, which is
544 intended to assist authors in preparing a potentially successful submission. It is available from the ScholarOne Manu-
545 scripts site, where it can be found in the tab 'Instructions and Forms' at the top right hand corner of the main screen.

546
547 When submitting, authors should upload a single word file (.doc, .docx or .rtf) containing in sequence the text, tables
548 with legends above, list of figure legends, and embedded figures. If the paper has Supporting Information (for online
549 publication only), this material should be uploaded as separate editable files or, preferably, as one combined file, with
550 embedded figures if applicable. Any explanatory notes, companion papers etc. for the attention of reviewers should be
551 uploaded under 'Comments to reviewers'. Once the files have been uploaded, the system automatically creates a single
552 PDF file for review purposes, combining the files designated as being for review. An optional cover letter for the editor
553 may be uploaded separately.

554 Full instructions and support for authors can be found on the ScholarOne Manuscripts site. To use the site you will need
555 a user ID and password. Go to the Journal's submission homepage (<http://mc.manuscriptcentral.com/jbi>) and click 'New
556 user' if you have not registered as an author before. If you require technical assistance with ScholarOne Manuscripts,
557 you will find details of how to contact ScholarOne Support directly by clicking the GET HELP NOW link that appears
558 at the top of every ScholarOne Manuscripts page. Alternatively, please contact the Editorial Office by e-mail.

559 **The text**

560 Manuscripts should bear the title of the contribution, names of the authors and complete addresses of the place(s) where
561 the work was carried out. The full postal and e-mail address of the author who will receive correspondence and check
562 the proofs should also be included, as well as the present address of any author if different from the place where the
563 work was carried out. The title page should state the word count for the abstract and also for the main body of the text
564 (inclusive of the abstract and references).

565 **Manuscripts must be written in grammatically correct English (*we use UK spellings following the Oxford English***
566 ***Dictionary*); manuscripts written in poor English will not be sent out to review.**

567

568 Manuscripts should be formatted as A4 with ample margins and double line spacing with continuous line numbers. All
569 pages should be numbered in the top right hand corner. A range of three different headings levels may be used and
570 authors should indicate the level of each heading by formatting them as bold–capital, bold–lower case or italics–lower
571 case for main, second and third level heading, respectively.

572 The correct nomenclatural authorities for the main study species must be given on their first mention in the main body
573 of text, or reference must be made to an appropriate nomenclatural source reference covering the taxa mentioned in the
574 paper. Where specific equipment or software is mentioned, please give the manufacturer/company's name, town and
575 country.

576 **Conflict of Interest**

577 *Journal of Biogeography* requires that all authors disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or
578 relationship, financial or otherwise, that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a poten-
579 tial source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that
580 the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or
581 stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a
582 company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. The existence of a conflict of interest does
583 not preclude publication in this journal.

584

585 It is the responsibility of the corresponding author to review this policy with all authors and to collectively list in the
586 manuscript (under the Acknowledgment section) and in the online submission system ALL pertinent commercial and
587 other relationships.

588

589 Corresponding authors will be asked to confirm whether or not a conflict of interest exists as part of the submission
590 process.

591

592 *Journal of Biogeography* is a member of and subscribes to the principles of the Committee on Publication Ethics.

593 **Abbreviations and units**

594 SI units (m, km², kg, etc.) are preferred. Statistics and measurements should always be given in figures, i.e. 10 km,
595 except where the number begins the paragraph. When the number does not refer to a unit of measurement, it is spelt out
596 (e.g. three samples), except where the number is greater than or equal to 10 (e.g. 25 samples). Use: negative exponents
597 (e.g. t year⁻¹, not t/year); L for litres; 24 hour clock format (e.g. 10.00 h); and format dates as 31 March 1999. Journal
598 style is 'Ma' for million years ago (dates and ages) and 'Myr' for million years (duration), and 'ka' for thousand years ago
599 (dates and ages) and 'kyr' for thousand years (duration). The word 'Figure' should be abbreviated in the text, e.g. Fig. 1,

600 Figs 2 & 3. All acronyms/abbreviations should be given in full at first mention. A list of preferred abbreviations and
601 naming conventions is available [here](#). The order of brackets should be {[()}].

602 Tables

603 Tables should be cited consecutively in the text and included in the file at the end of the paper with the legends above.
604 They should be editable and constructed using 'tabs' (not spaces or software options). Legends should be explicit and
605 informative and should 'stand alone' from the main text, giving the study organism and study location and 'n' values
606 where applicable. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. All abbreviations should
607 be defined.

608

609 Figures

610 Prepare figures such that, after reduction to print size, all lettering and symbols will be clear and easily read, and such
611 that each figure makes effective use of space. If using colour please see the section on **Colour figures**, below.

612

613 For review purposes, figures should be embedded at the end of the text file. All illustrations (including photographs and
614 maps) are classified as figures and they should be numbered consecutively as first cited in the text. Panels should be
615 labelled (a), (b), (c), etc. rather than (A), (B), (C) etc. and referred to in the text as, for example, Fig. 1a. Figure legends
616 should be listed at the end of the paper before the embedded figures. Legends should be explicit and informative and
617 should 'stand alone' from the main text, giving the study organism and study location where applicable. All abbrevia-
618 tions should be defined.

619

620 Bar scales for maps and photographs are preferred to numerical scales and must be given on all such items. Maps that
621 display area data and organism distribution at a continental, hemispheric, or world scale must always use an **equal-area**
622 **map projection** (e.g. Mollweide or Aitoff's). Note especially that Mercator's projection is not acceptable for such data.
623 Please indicate the precise projection employed in the caption. On these maps, the equatorial scale should be indicated,
624 while **scale information should be provided**, preferably as a scale bar within the figure, for all maps of whatever size
625 and area; use 'km' or 'kilometres', not 'kilometers'. Maps should include adequate geo-referencing information.

626 If and when your paper is accepted for publication, the editorial office will request you to upload your figures as sepa-
627 rate files in the format(s) specified below. When supplying these files, use the following naming convention: manu-
628 script number, figure number and then the appropriate file extension e.g. 'JBI-08-0500_Fig1.tif'.

629

630 Photographic figures should be saved in .tif format at 300 d.p.i. (or failing that in .jpg format with low compression).
631 Line figures should be saved as vector graphics (i.e. composed of lines, curves, points and fonts) in .eps or .pdf format,
632 as this enhances their display when published online. Combination figures (those composed of vector and pixel/raster
633 elements) should also be saved in .eps or .pdf format where possible. If line figures and combination figures cannot be
634 saved in vector graphics format, they should be saved in .tif format at high resolution (i.e. 600–800 d.p.i.) (do not save
635 them in .jpg format). If you are unsure about the resolution of your .tif files, please zoom in and check that fonts, curves
636 and diagonal lines are smooth-edged and do not appear blocky. Note that .tif files are downsampled for online publica-
637 tion and so authors should preferentially opt for vector graphic formats for line and combination figures (full resolu-
638 tion .tif files are used for print publication). Colour figures should be saved in CYMK rather than RGB. Full artwork
639 guidelines are given [here](#).

640 **Cover images**

641 Authors are encouraged to submit potential cover illustrations. These should be scanned to be 300 d.p.i. when en-
642 larged/reduced to reproduction size (typically 11 x 16 cm).

643 **References**

644 Authors must use the system illustrated below. Unpublished data, works in preparation and papers submitted but not yet
645 accepted may be cited in the text, giving the author's initials and surname, but should not be included in the reference
646 list. It is the author's responsibility to obtain permission from colleagues to include their work as a personal communica-
647 tion. Please add the person's initials, surname and institute for personal communications.

648 In the text, references should be made by giving the author's name with the year of publication, as follows: (Bush &
649 Rivera, 1998). When reference is made to a work by three or more authors the first name followed by *et al.*, is used on
650 all occasions. If several papers by the same author and from the same year are cited, a, b, c, etc. should be put after the
651 year of publication, as follows (Schoener & Schoener, 1983a,b). When citing a list of papers, place them in date order
652 (alphabetically when within a year) and separate them with semi-colons as follows (Schoener & Schoener, 1983a,b;
653 Bush & Rivera, 1998, 2003; Collins, 1998, 2002; Whittaker *et al.*, 2007).

654

655 In the list, references should be sorted alphabetically by first author, then by number of authors (one, two, three or
656 more), then chronologically within the one-author group, alphabetically within the two-author group, and chronologi-
657 cally within the \geq three-author group. For multi-authored works with more than 20 authors, list only the first three au-
658 thors followed by *et al.* Page extents of single-volume works are not required. **Titles of journals should be given in**
659 **full.** Check the Journal for reference style. Some examples are given below:

660

661 Prentice, I.C., Guiot, J., Huntley, B., Jolly, D. & Cheddadi, R. (1996) Reconstructing biomes from palaeoecological
662 data; a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics*, **12**, 185-194.

663

664 Cox, C. B. & Moore, P. D. (1999) *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*, 6th edn. Blackwell Science
665 Ltd, Oxford.

666

667 Guo, Q. (1994) *Dynamic desert Puccinellia maritima plant community ecology: changes in space and time*. PhD Thesis,
668 University of New Mexico, Albuquerque.

669

670 May, R.M. (1994) The effects of spatial scale on ecological questions and answers. *Large-scale ecology and conserva-*
671 *tion biology* (ed. by P.J. Edwards, R.M. May and N.R. Webb), pp. 1-17. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

672

673 StatSoft Inc. (2003) *STATISTICA (data analysis software system), version 6.1*. StatSoft, Inc., Tulsa, OK.

674

675 Click [here](#) to download the most up-to-date EndNote reference style for *Journal of Biogeography*.

676 **Appendices and Supporting Information**

677 Additional materials and results (including supporting tables and figures) that are necessary but do not need to be in-
678 cluded in the main paper must be compiled into Appendices, which will be provided to readers as online Supporting
679 Information. Such supporting information should be referred to in the text as, for example, 'see Appendix S1 in Sup-
680 porting Information'; subsequent mention should be in the form 'see Appendix S2'. Figures and tables in the Supporting
681 Information must be numbered consecutively by Appendix number and figure number: e.g. the first figure in Appen-

682 dix 1 as Fig. S1.1, the first in Appendix 2 as Fig. S2.2 (if there is only one figure in Appendix 1). All appendices, fig-
683 ures and tables must be cited in the text. Authors should then include a 'Supporting Information' section immediately
684 after their References section (i.e. before the Biosketch entry), which should be in the following form:

685
686 -----

687 **Supporting Information**

688 Additional Supporting Information may be found in the online version of this article:

689 **Appendix S1** Short title here.

690 **Appendix S2** Short title here.

691 -----

692 For reasons of space, only short titles to Supporting Information should be given in this section; full titles should be
693 given with the Supporting Information itself and should include a fuller description of content, definition of abbrevia-
694 tions, etc. Each Appendix should be headed with the authors, title of the paper, and "Journal of Biogeography".

695 Supporting Information files are hosted by the Publisher in the format supplied by the author and are not copy-edited by
696 the Publisher. **It is the responsibility of the author to supply Supporting Information in an appropriate file format
697 and to ensure that it is accurate and correct. Authors should therefore prepare Supporting Information with the
698 same rigour as their main paper, including adherence to journal style (e.g. formatting of references, figure
699 captions, headings).** Sources cited only in the Supporting Information should be listed in a reference section within the
700 supplementary files and not with the main paper. Supporting Information can be provided as separate editable files or,
701 preferably, as one combined file. Authors are discouraged from supplying very large files or files in non-standard file
702 formats, both of which may reduce their use to the readership. At the point a paper is accepted, these files should be
703 prepared without line numbers or wide line spacing, and with all track-change edits accepted.

704
705 At proof correction stage authors will be given access to their Supporting Information (via the web) and should check it
706 for accuracy and updates. If changes are required, corrected versions of the files that were received with the proof must
707 be emailed to the Production Editor, with a brief description of the changes made. Supporting Information **must be
708 checked alongside the main proof** and corrections for both returned to the Production Editor at the same time.

709 **Data Accessibility**

710 Authors who wish to provide a consolidated statement of how other readers can access the data used in their paper may
711 wish to refer to outside data repositories where they have deposited their data, e.g. Dryad, Pangaea, or others. If so, this
712 statement should be included after the Supporting Information section and before the Biosketch entry. A typical entry
713 might read as follows:

714
715 **DATA ACCESSIBILITY**

716 All topographic and environmental GIS layers, the habitat suitability model and BTM results generated for this study
717 are available as raster grids from the Pangaea database: <http://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.808540>.

718 **Policy on data publication, molecular sequences and vouchers**

719 Consistent with widely adopted conventions in the field, it is a condition of publication that papers using new molecular
720 sequences must place the sequences in an appropriate database (e.g. GenBank). Relevant accession numbers should be
721 provided in the final manuscript. Accession numbers are required for all sequences used in analyses, including existing

722 sequences in databases. Museum voucher numbers should also be provided where doing so constitutes the appropriate
723 best practice and/or where this information could be of real value to future researchers. More generally, the journal
724 recognizes that what is considered appropriate best practice regarding data publication/deposition may vary depending
725 on factors such as the nature of the data, the funding sources involved, complexities of prior intellectual ownership
726 issues, etc. We therefore strongly encourage (where appropriate) but do not require (where it may not be) authors to
727 publish/deposit data sets in conjunction with papers being published in this journal.

728 **Copyright, OnlineOpen and colour figure charges**

729 *Journal of Biogeography* operates two publication models: (1) our standard model for which no page charges apply; and
730 (2) a pay-to-publish OnlineOpen model. Publication is conditional on authors completing and returning an Copyright
731 Transfer Agreement Form or the online Open Access form (see links above), respectively. In addition, all papers includ-
732 ing colour artwork are subject to charges (see 'Colour figures' below). The relevant forms must be completed and re-
733 turned to the Production Editor on acceptance: papers will not be sent for typesetting until then.

734 **Copyright Transfer Agreement Form**

735 If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email
736 prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able
737 to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

738 **For authors signing the copyright transfer agreement**

739 If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agree-
740 ment (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copy-
741 right FAQs below:

742 CTA Terms and Conditions http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp

743 **For authors choosing OnlineOpen**

744 If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons
745 License Open Access Agreements (OAA): Creative Commons Attribution License OAA

746 Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

747 Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

748 To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley
749 Author Services http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp and visit
750 <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>. If you select the OnlineOpen
751 option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) you
752 will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with Well-
753 come Trust and Research Councils UK requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant
754 self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

755 **Colour figures**

756 Charges apply for the reproduction of colour figures in the hard copy of the journal. So, if your paper contains colour
757 figures, the Colour Work Agreement form ([available here](#)), which outlines the charges, must be completed by the corre-
758 sponding author and sent to Wiley Blackwell at acceptance. If using a limited colour palette we ask that authors avoid
759 using red with green as this is a common colour-blindness combination. If you are not prepared to pay for colour in

760 print, figures will be produced in colour in electronic versions of the paper, but black and white in the print copy. For
761 the convenience of readers, we ask that you design your colour artwork so that it can be understood as best as possible
762 in greyscale. Note that the same figure file must be used for both the print and online versions (we do not accept differ-
763 ing colour and black-and-white versions of the same figure). Authors must complete the Colour Work Agreement form
764 even if they opt for colour online/black and white in print. Articles received by Wiley Blackwell with colour work will
765 not be published until the form has been received. Please send a scanned copy of the form to our production editor
766 (jbi@wiley.com) for information and, if paying for colour, post the hard copy of the form to: Customer Services (OPI),
767 John Wiley & Sons Ltd, European Distribution Centre, New Era Estate, Oldlands Way, Bognor Regis, West Sussex,
768 PO22 9NQ.

769 **Referrals to the Open Access Journal "Ecology and Evolution" and and "Geo: Geography and Environment"**

770 This journal works together with Wiley's Open Access journals, [Ecology and Evolution](#) and [Geo: Geography and Envi-](#)
771 [ronment](#), to enable rapid publication of good quality research that we are unable to accept for publication. Authors may
772 be offered the option of having their paper, along with any related reviews, automatically transferred for consideration
773 by the Editors of *Ecology and Evolution* or *Geo: Geography and Environment*. Authors will not need to reformat or
774 rewrite their manuscript at this stage, and publication decisions will be made a short time after the transfer takes place.
775 The Editors of *Ecology and Evolution* and *Geo: Geography and Environment* will accept submissions that report well-
776 conducted research and which reach the standard acceptable for publication. Accepted papers can be published rapidly,
777 typically within 15 days of acceptance. *Ecology and Evolution* and *Geo: Geography and Environment* are Wiley Open
778 Access journals and article publication fees apply. More information can be found [here](#).

779 **Archive policy**

780 Please note that unless specifically requested, the Publisher will dispose of all electronic material submitted 2 months
781 after publication.

782 **Proofs**

783 PDF proofs will be sent to the corresponding author by e-mail and they should be **returned to the Production Editor**
784 **within two weeks of receipt**. Where this is not possible authors should e-mail the Production Editor (jbi@wiley.com)
785 to advise of the delay. We strongly encourage corresponding authors to circulate their proof (including supporting in-
786 formation) for checking to all co-authors. Major alterations to the text and illustrations are only accepted when absolute-
787 ly necessary; the additional costs may be charged to the author.

788 **Offprints**

789 Free access to the final PDF offprint of your article will be available via Author Services only. Please therefore sign up
790 for Author Services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service
791 offers.