



Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Unidade Universitária de Dourados
Programa de Pós- Graduação em Recursos Naturais

**MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO DE QUATRO ESPÉCIES
DE PEIXES DO GENÊRO *ASTYANAX* NA BACIA DO RIO
IVINHEMA, ALTO RIO PARANÁ**

Acadêmica: Aryadne Simões Rocha

Dourados – MS
Maio-2013





MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO DE QUATRO ESPÉCIES DE PEIXES DO GENÊRO *ASTYANAX* NA BACIA DO RIO IVINHEMA, ALTO RIO PARANÁ

Acadêmica: Aryadne Simões Rocha
Orientador: Prof. Dr. Yzel Rondon Suárez
Co-orientador: Prof. Dr. Alan Sciamarelli

“Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Recursos Naturais, área de concentração em Recursos Naturais, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais”.

Dourados – MS
Maio-2013



“O saber a gente aprende com os mestres e os livros. A sabedoria, se aprende é com a vida e com os humildes”.

Cora Coralina

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial meu orientador Prof. Dr. Yzel Rondon Suárez, por todo apoio, paciência e compreensão, por me dar o prazer de trabalhar ao lado dele, por toda sua generosidade ao passar seu conhecimento a todos que por ali passaram.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Alan Sciamarelli, principalmente pela paciência com minhas teimosias, e por me mostrar outras visões sobre o que achava que conhecia.

A todos do laboratório e sala do Yzel, Gabi, Fabi, Maiane, Mariane, Marcelo, Ana, Daleth, Karina, Parceiro, Patrícia, Gabriel, Vitor, Lidiane, Lucilene, não há nada tão construtivo quando nos encontramos e ficamos ali, discutindo algum assunto, aprendi muito com todos, sem exceção, desde os IC, até os Doutores, cada um neste laboratório tem seu especial em particular.

Aos amigos que encontrei no mestrado, Fabio, Carlos, Paula, Ana Letícia, Tales, e a toda a turma por partilhar essa etapa.

Aos minhas amigas Alice, Andrea, Francielly, Isabelle, Giovana, Juliana, Marianne, Mayla, que sempre estão presentes na minha vida.

E a toda minha família, pai, mãe, tia, tio, sogra, e aos meus pretinhos, pois é por eles que faço tudo o que faço.

Aos docentes e técnicos, pois sem eles nada disso teria acontecido.

Ao CAPES pela bolsa de estudo, que é essencial para todos os estudantes.

SUMÁRIO

	PÁG
RESUMO GERAL.....	V
ABSTRACT.....	VI
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5
CAPÍTULO 2 – Modelagem da ocorrência de quatro espécies do gênero <i>Astyanax</i> (Characiformes, Characidae) na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná, Brasil.....	6
RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
RESULTADOS.....	10
DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	17

RESUMO

O estudo se dá em dois capítulos, o primeiro capítulo introdutório, diz respeito a revisão bibliográfica do tema demonstrando e seus aspectos mais relevantes e o segundo capítulo refere-se a modelagem ecológica de quatro espécies de peixes do gênero *Astyanax* na bacia do rio Ivinhema. Os dados de ocorrência de quatro espécies de peixes do gênero *Astyanax* na bacia do rio Ivinhema entre 2001 e 2012 foram compilados juntamente com dados hidrológicos e limnológicos dos rios e riachos da bacia. Foi realizada a modelagem de *A. altiparanae*, *A. bockmanni*, *A. fasciatus* e *A. altiparna*, através da regressão logística. Três das quatro espécies estudadas apresentaram a altitude como variável relevante para a sua distribuição. *A. parane* não apresentou sua ocorrência significativamente correlacionada com nenhuma das variáveis ambientais utilizadas, porém isso provavelmente está relacionado com o pequeno número de registros obtidos desta espécie. Os resultados encontrados sugerem que a probabilidade de ocorrência das espécies analisadas está fortemente relacionada ao efeito dos filtros ambientais representados pelas variáveis hidrológicas, mas também sugerem que mais estudos devem ser realizados visando quantificar o papel da condutividade, como descritor da qualidade da água e da distribuição das espécies analisadas.

Palavras-chave: Distribuição de espécies, Filtros Ambientais, Regressão Logística, Alto Rio Paraná

ABSTRACT

The study appears in two chapters, the first introductory chapter concerns a bibliographic review and demonstrating its most relevant aspects and the second chapter refers to ecological modeling of four fish species of the genus *Astyanax* in Ivinhema River Basin. The occurrence data of four species of genus *Astyanax* in Ivinhema River Basin from 2001 to 2012 were compiled jointly with hydrological and limnological data of streams and rivers of the basin. Modeling was performed for *A. altiparanae*, *A. bockmanni*, *A. fasciatus* and *A. altiparanae*, using logistic regression. Three of the four species presented a stream altitude as important variable to your distribution. *A. paranae* showed did not present significant relationship with any of the variables; however it is probably related to the small number of sample occurrences for this species. The results suggests that probability of occurrence of analyzed species were strongly related to environmental filters represented by hydrological variables, however also suggests that more studies are need aiming to quantify the role of water conductivity, as descriptor of water quality and species distribution of analyzed species.

Key-words: Species distributions, Environmental filters, Logistic regression, Upper Paraná River

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em várias regiões do mundo, principalmente no neotrópico, a diversidade biológica e os padrões de distribuição geográfica de muitas espécies ainda são desconhecidos (Diniz-Filho, et. al., 2009).

Nas últimas décadas houve diferentes interesses na modelagem distribuição potencial de espécies. Isso resultou de uma crescente necessidade de obter informações sobre a distribuição geográfica da biodiversidade, para abordar essas informações, houve um aperfeiçoamento nas técnicas já utilizadas, e novas técnicas foram desenvolvidas (Franklin, 2009).

Os modelos ecológicos surgiram em 1917, por Grinnell, sugerindo que o nicho ecológico se refere o conjunto de características de um habitat onde a espécie consiga sobreviver. Posteriormente em 1927, Elton, sugere que não somente o ambiente em que a espécie habita, mas também as relações com o ambiente.

Após 30 anos, Hutchinson, em 1957, propõe que o nicho é a interação entre requisitos, tolerância e recursos, necessários, por um indivíduo ou de uma espécie, para a prática de seu modo de vida. E também diferenciou entre nicho fundamental e nicho realizado. Onde o fundamental seria o conjunto potencialidades de uma espécie, e o realizado, o mais limitado espectro de condições e recursos que permitem que ele persista mesmo na presença de competidores e predadores.

Assim os modelos ecológicos partem do pressuposto que um conjunto de variáveis representem o ótimo da espécie em um espaço geográfico, sem considerar outras causas ecológicas como especiação, processos evolutivos, extinção em escala regional, não levando em consideração também as características do habitat, como barreiras geográficas, modificações humanas no ambiente.

As hipóteses ecológicas ganharam força principalmente em função de uma série de metaanálises que mostraram correlações bastante elevadas entre gradientes ambientais e gradientes de riqueza, principalmente ligados à disponibilidade de água e energia (Diniz-Filho, et. al. 2009).

Com o passar do tempo, os modelos de distribuição de espécies, foram se diversificando, desde expressões matemáticas simples até softwares de alta complexidade. Guisan & Thuiller (2005) diferenciam a evolução dos modelos em três fases: (i) quantificação estatística não espacial, de relação espécie-ambiente com base em dados empíricos, (ii) à base

de especialistas (não estatística, não empírico) a modelos espaciais distribuição de espécies, e (iii) estatística explícita espacialmente e modelagem empírica para distribuição de espécies.

Primeiramente vieram os métodos estatísticos como a regressão logística, modelos lineares gerais e de sua extensão mais complexa os modelos aditivos generalizados, a maioria desses modelos baseiam-se na relação de presença/ausência, conhecidos como métodos clássicos por apresentarem resultados considerados bem realistas. Posteriormente surgiram os modelos onde poderiam se aplicados a pseudo-ausência, onde foram incluídos os “falsos zeros”, trazendo diversas discussões, pois as amostras poderiam ser viciadas, o que influencia diretamente os resultados encontrados (Jimenez-Valverde & Lobo, 2006).

Diversos processos computacionais foram desenvolvidos com diferentes algoritmos, como Bioclim, Garp e Maxent cada qual com suas particularidades. Os envelopes bioclimáticos, Bioclim e Domain, são métodos mais simples onde determinam um limite inferior e superior das variáveis, produzindo uma predição geográfica da espécie. Este método assume que não existe correlação entre as variáveis. Para a execução deste método, sugere-se que a priori, seja realizada uma análise multivariada para eliminar a correlação dos dados, como por exemplo, a análise de componentes principais.

É importante resaltar que, embora essas análises sejam realizadas, para diferentes algoritmos, os modelos ecológicos utilizam variáveis diferentes, com diferentes escalas. A diferença nas escalas pode influenciar o modelo, assim a padronização dos dados torna-se necessária para os modelos, o que pode ser realizado com técnicas simples, como subtrair a média e dividir pelo desvio padrão, tornando os dados mais homogêneos.

Em relação a métodos computacionais, podemos citar o algoritmo GARP (genetic algorithm for rule-set production, Stockwell & Noble 1992) e Maxent (maximum entropia, Phillips, 2006), são algoritmos desenvolvidos baseados na presença e ausência (Garp) ou apenas a presença (Garp e Maxent) da espécie, onde encontra a relação espacial entre a ocorrência da espécie e as camadas ambientais utilizadas. A diferença nesses métodos é que trabalhando com as coordenadas geográficas apresentam uma representação gráfica dos possíveis locais de existência da espécie, determinando a porcentagem da existência, o que torna esse modelos interessantes, pois unidos a programas de SIG, demonstrando locais pontuais que podem ser estudados, minimizando o erro em locais que não contem nenhum padrão relevante as espécies.

Segundo Giannini e colaboradores (2011), a modelagem de distribuição tem sido amplamente utilizada com múltiplos objetivos, tais como: utilização de modelos de distribuição potencial em análises biogeográficas; conservação de espécies raras ou

ameaçadas; reintrodução de espécies; perda de biodiversidade; impactos de mudanças climáticas; avaliação do potencial invasivo de espécies exóticas; possíveis rotas de disseminação de doenças infecciosas; auxílio na determinação de áreas prioritárias para conservação, entre outros.

Tendo em vista o potencial de aplicação dos modelos ecológicos, utilizamos o método para espécies da ictiofauna da Bacia do Ivinhema.

A bacia do Rio Ivinhema localiza-se na porção centro-sul de Mato Grosso do Sul, sendo a segunda maior bacia do estado (12,5% desse território). É responsável pela sustentabilidade de 25 municípios, atendendo cerca de 26% da população, com cuja população somada ultrapassa 500 mil habitantes (Silva, 2010).

Por ser uma região agroindustrial, a bacia do rio Ivinhema está propensa a sofrer impactos ambientais, sobretudo de ecossistemas aquáticos. Oliveira (2000) realizou um levantamento geográfico mais detalhado da bacia, onde sugere que desequilíbrio ambiental dessa região está ligado com o desenvolvimento agropecuário, e crescimento demográfico acarretando em alterações na paisagem como desmatamentos, degradação e erosão do solo, assoreamento e contaminação dos mananciais por agroquímicos, e destruição das matas ciliares, sugerindo uma integração de estudos na unidade geoambiental, para um melhor desenvolvimento sustentável da região.

A ictiofauna da bacia do rio Ivinhema é composta de aproximadamente 111 espécies identificadas (Súarez et al. 2011), contudo a composição e distribuição destes organismos ainda está em fase de análise e estimativas mais precisas ainda não estão disponíveis.

Tendo em vista que a modelagem de distribuição potencial de espécies, baseada em conceitos de nicho ecológico, tem se destacado com uma importante ferramenta de análise, acredita-se que possa ser uma ferramenta necessária para uma melhor compreensão do uso do solo, dar suporte às políticas de conservação e ao planejamento de estratégias de recuperação de diversas áreas, fornecendo subsídios para o uso sustentável dos recursos naturais.

O que foi apresentado neste capítulo procurou demonstrar como foi fomentada a pesquisa no capítulo seguinte. O capítulo 2 representa a modelagem de quatro espécies do gênero *Astyanax* na bacia, gerada a partir dos parâmetros hidrológicos coletados em campo, com objetivo de estimar previsões de ocorrência dessas espécies.

Este estudo faz parte de diferentes projetos desenvolvidos ao longo de onze anos, e seus resultados integraram e contribuirão para estudos de conservação nesta região.

O segundo capítulo está formatado seguindo os parâmetros da revista *Journal of Limnology*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEGON, M., C. R. TOWNSEND E J. L. HARPER 2005. *Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas*. 4ªed, Artmed, Porto Alegre.

FRANKLIN J. 2009. *Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction*. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press. In press.

DINIZ FILHO, J. A. F.; TERRIBILE LC; DE OLIVEIRA, GUILHERME; RANGEL, THIAGO F L V B . 2009. Padrões e processos ecológicos e evolutivos em escala regional. *Megadiversidade*, v. 5, p. 5-16.

ELTON, C. 1927. *Animal Ecology*. Sidgwick & Jackson, London.

GIANNINI, T. C. ; SIQUEIRA, M. F. ; ACOSTA, A. L. ; Barreto, F. C. C. ; SARAIVA, A. M. ; ALVES DOS SANTOS I. . Current challenges of species distribution predictive modelling. *Rodriguésia*. v. 63, p. 733-749, 2012.

GRINNELL, J. 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *The Auk* 34: 427-433.

GUISAN A, THUILLER W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecol. Lett.* 8:993–1009

HUTCHINSON, G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22 (2): 415–427. Retrieved 2007-07-24.

JIMENEZ-VALVERDE, A. & J.M. LOBO. 2006. The ghost of unbalanced species distribution data in geographical model predictions. *Diversity and Distributions* 12: 521-524.

LEWINSOHN, T. & PRADO, P.I. 2005. Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade* 1: 36-42.

PHILLIPS, S.J., R.P. ANDERSON & R.E. SCHAPIRE. 2006. maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190: 231-259.

OLIVEIRA, de H.; URCHER, M.A.; FIETZ, C.R. 2000. Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Ivinhema. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste.

SILVA, C. A. 2010. Variabilidade pluvial na bacia do rio Ivinhema, desafios para a gestão do território sul-matogrossense. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre (RS). Crise, Práxis e Autonomia.

STOCKWELL, D. R. B., AND I. R. NOBLE. 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of analysis. *Mathematics and Computers in Simulation* 33:385-390.

1 **Modelagem da ocorrência de quatro espécies do gênero *Astyanax* (Characiformes,**
2 **Characidae) na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná, Brasil**

3
4 Aryadne Simões-Rocha¹; Alan Sciamarelli² & Yzel Rondon Suárez¹

5 *1 - Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. GASLAB / Laboratório de Ecologia. Rod.*

6 *Dourados-Itahum km 12. CEP 79804-970. Dourados-MS, Brasil*

7 *2 – Universidade Federal da Grande Dourados. FCBA/*

8 *(* Autor para correspondência: Tel: 55-67-3902-2659; e-mail: yzel@uems.br)*

26 **ABSTRACT:** Studies about predictive modeling of species distribution has been growing in
27 recent years, especially with the acceleration of global change in environments. This study
28 analyzes data of distribution of four fish species of genus *Astyanax* in Ivinhema River Basin,
29 Upper Paraná River, from 2001 to 2012. We compiled distribution data of four *Astyanax* fish
30 species at 223 sampling sites without repetition and some environmental descriptors aiming to
31 describe patterns of occurrence of the studied species using logistic regression. The results
32 suggest that the altitude sampled river portion was the main determinant of species
33 distribution, followed by water velocity. Our data suggests that selected variables act as
34 hydrological filters, selecting species with morphological and physiological characteristics to
35 colonize and persist in different portions of the basin.

36 **KEY-WORDS:** Species occurrence, hydrological filters, logistic regression.

37

38 **RESUMO:** Os estudos sobre modelagem preditiva da distribuição de espécies vêm crescendo
39 os últimos anos, especialmente devido a aceleração nas mudanças globais nos ambientes. Este
40 estudo analisa os dados de distribuição de quatro espécies do gênero *Astyanax* na bacia do rio
41 Ivinhema, Alto Rio Paraná entre 2001 e 2012. Compilamos dados de distribuição de quatro
42 espécies do gênero *Astyanax* em 223 locais de amostragem, sem repetição e algumas variáveis
43 ambientais buscando descrever o padrão de ocorrência das espécies estudadas utilizando
44 regressão logística. Nossos dados sugerem que as variáveis selecionadas atuam como filtros
45 hidrológicos, selecionando espécies com características morfológicas e fisiológicas para
46 colonizar e persistir nas diferentes porções da bacia.

47 **PALAVRAS-CHAVE:** Ocorrência de espécies, filtros hidrológicos, regressão logística.

48

49

50

51 INTRODUÇÃO

52

53 As espécies exibem padrões distintos de abundância e distribuição, refletindo aspectos
54 de sua biologia e o efeito restritivo das condições ambientais que determinam esses padrões
55 (Brown, 2003). Ecólogos de todo o mundo vem desenvolvendo modelos a fim de explicar e
56 prever a relação entre as comunidades biológicas e as características ambientais.

57 A modelagem preditiva de distribuição de espécies trata-se de uma ferramenta capaz
58 de gerar combinações entre dados de ocorrência e variáveis ambientais, estimando
59 estatisticamente as condições favoráveis para existência de determinada espécie, tendo um
60 grande potencial de aplicação na biologia da conservação (Pearson et al., 2007; De Marco
61 Junior & Siqueira, 2009).

62 A fim de entender a estrutura e o funcionamento de ambientes lóticos, Vannote
63 (1980), sugere que rios são sistemas que apresentam uma série de gradientes físicos formando
64 um contínuo ao longo de seus cursos, na qual a comunidade biótica está associada, assim, as
65 diferentes porções de uma bacia hidrográfica apresentam diferenças nas condições ambientais
66 e distribuição de recursos que, em conjunto com os filtros ambientais que as diferenças
67 hidrológicas representam, podem selecionar subconjuntos de espécies do potencial pool de
68 colonizadores de acordo com suas características de história de vida.

69 Baseados nesse conceito, Irz et al. (2007) pesquisando lagoas dos USA e França,
70 sugerem que mudanças na temperatura, a partir do aquecimento global, podem influenciar os
71 padrões da comunidade de peixes, Turgeon & Rodriguez (2005), no Canadá, modelaram
72 áreas de provável ocorrência de *Salmo salar* utilizando variáveis ambientais; Oberdorff et al.
73 (2001) também utilizaram variáveis ambientais com preditora para rios da França.

74 Na região neotropical vários estudos têm constatado que diferenças de volume dos
75 riachos, bem como a posição na bacia hidrográfica interferem significativamente na

76 diversidade e distribuição das espécies de peixes em rios e riachos (Mazzoni & Lobón-Cervia,
77 2000; Abes & Agostinho, 2001; Castro et al., 2003; Pavanelli & Caramaschi, 2003; Petry &
78 Schulz 2006). No entanto, poucos apresentam uma abordagem preditiva sobre a distribuição
79 das espécies de peixes, com exceção dos trabalhos de Suárez *et al.* 2007 analisando a
80 distribuição de quatro espécies de peixes em riachos de cabeceira na bacia do rio Ivinhema,
81 Alto Rio Paraná e Barradas et al. (2012) sobre a distribuição de espécies de grandes
82 migradores na bacia do rio Uruguai.

83 O gênero *Astyanax* é compreendido por espécies que ocupam os mais diversos habitats
84 nas bacias hidrográficas brasileiras, com mais de 100 espécies descritas (Garutti & Britski
85 2000; Reis et al., 2003), apresentam uma dieta generalista e grande capacidade de adaptação,
86 sendo um componente importante das comunidades de rios e riachos (Orsi *et al.*, 2004;
87 Mehanna & Penha, 2011).

88 O presente estudo buscou responder à seguinte questão: Quais variáveis ambientais
89 podem estimar a probabilidade de ocorrência das diferentes espécies?

90 **MÉTODOS**

91 *Área de estudo*

92 As amostragens foram realizadas na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná, Brasil. A
93 bacia apresenta aproximadamente 45.000 km² e 600 km de extensão. É um dos últimos
94 trechos livres de grandes represamentos do Alto Rio Paraná e tem como principais afluentes
95 os rios Dourados, Vacaria e Brilhante que ao se fundirem formam o rio Ivinhema. A nascente
96 do rio Ivinhema se localiza a aproximadamente 700m de altitude, enquanto sua foz se
97 encontra a aproximadamente 215m de altitude, no rio Paraná.

98 *Amostragem*

99 As amostragens foram realizadas em 215 trechos de rios e riachos da bacia do rio
100 Ivinhema entre 2001 e 2012 (fig. 1). Os peixes foram amostrados predominantemente durante
101 o dia, com uma peneira retangular medindo 1,2 x 0,8 m, com 2 mm de abertura de malha, em
102 trechos de aproximadamente 100 m de extensão. Também foram utilizadas redes de espera
103 com diferentes malhas, tarrafas, redes de arrasto e pesca elétrica.

104 Os espécimes foram fixados em formol a 10% e preservados em etanol a 70% para
105 posterior identificação em laboratório. Alguns exemplares testemunhos foram depositados no
106 Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e Coleção de Peixes do
107 NUPELIA (UEM).

108 Para cada trecho amostrado foram obtidas as seguintes variáveis ambientais locais:
109 condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), velocidade da água ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), profundidade (m), largura (m) e a
110 altitude (m). Para a condutividade foi utilizado uma sonda multi-função modelo YSI 556; a
111 velocidade foi obtida através do fluxômetro digital; para a profundidade foi utilizado um
112 bastão de madeira graduado, a largura obtida através da fita métrica pra locais mais estreitos,
113 e para rios mais largos, foram obtidos através de imagens se satélite digitalizadas e a altitude
114 utilizando o altímetro acoplado ao GPS.

115

116 *Análise dos dados*

117 A ocorrência das quatro espécies de *Astyanax* foi modelada através de regressão
118 logística, a fim de quantificar a importância de cada descritor ambiental na determinação da
119 probabilidade de ocorrência através do método de Bayes, permitindo a elaboração de uma
120 equação preditiva da ocorrência das espécies (Equação 1).

121

$$122 \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1(x_i - \bar{x}) \quad \text{Eq. 1}$$

123

124 Os modelos foram ajustados utilizando-se do algoritmo de máxima verossimilhança,
125 objetivando testar a hipótese nula de que a importância das variáveis ambientais é igual à
126 zero. A sensibilidade e especificidade dos modelos, medidas da acurácia na estimativa da
127 ocorrência e ausência, respectivamente, foram obtidos separadamente da medida de
128 classificação correta na ocorrência das espécies (Wilkinson et al., 1996). A análise e gráficos
129 foram realizadas com o auxílio do programa Systat 12.

130 A espacialização da probabilidade de ocorrência das espécies foi realizada através do
131 algoritmo de curvatura mínima considerando o modelo completo da análise de regressão
132 logística, e o mapa de probabilidade de ocorrência foi gerado através do software surfer 8.0.

133

134 **RESULTADOS**

135

136 Entre as espécies analisadas *A. altiparanae* (Garutti & Britski, 2000) foi a espécie com
137 distribuição mais ampla, ocorrendo em 149 amostras (62,34%), seguida de *A. fasciatus* (Vari
138 & Castro, 2007) com 69 (28,87%), *A. paranae* (Cuvier, 1819) com 12 (5,02%) e *A.*
139 *bockmanni* (Eignmann, 1914) com 8 ocorrências (3,34%).

140 Os locais amostrados apresentaram variação em suas características físicas, com a
141 largura dos pontos variando entre 0,6m e 152,2m, a profundidade entre 0,18m e 3,9m, a
142 velocidade da água entre 0,01 m.s⁻¹ e 1,45 m.s⁻¹, a altitude entre 219m e 680m e a
143 condutividade entre 5,7 µS.cm⁻¹ e 627,3 µS.cm⁻¹.

144 Constatamos que para as quatro espécies a análise foi estatisticamente significativa,
145 com capacidade preditiva de 97,7% para *A. bockmanni*, seguido por *A. paranae* (72,1%) *A.*
146 *altiparanae* (71,6%) e *A. fasciatus* (64,2%) (tab. 1).

147 Entre as variáveis utilizadas a altitude foi indicada como fator preditivo para
148 ocorrência das três espécies em que o modelo foi estatisticamente significativo (*A.*

149 *altiparanae*, *A. fasciatus*, *A. bockmanni*), sendo que para *A. altiparanae* a altitude esteve
150 correlacionada negativamente, diminuindo a probabilidade de ocorrência com a elevação da
151 altitude. Enquanto, para *A. fasciatus* e *A. bockmanni*, a correlação foi positiva, desta forma as
152 espécies apresentam maior probabilidade de ocorrência em trechos localizados em maiores
153 altitudes. A probabilidade de ocorrência de *A. altiparanae* também foi negativamente
154 correlacionada com a velocidade da água enquanto *A. fasciatus* apresentou correlação positiva
155 com a velocidade da água (fig. 2).

156 Locais com largura até 50m apresentam probabilidade maiores que 70% de ocorrência
157 de *A. altiparanae*, posteriormente se estabilizando. A partir da representação gráfica pode ser
158 observado que a ocorrência de *A. paranae* pode ser encontrada em locais com baixa
159 condutividade, pois condutividades a zero apresentam ocorrência de 20%, que diminui para
160 praticamente zero com condutividade maior que $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (fig. 1).

161 Demonstramos a importância de cada variável para cada espécie representadas letra “a”(fig.3),
162 enfatizando esta relação entre cada espécie e as diferentes variáveis.

163 A espacialização da probabilidade de ocorrência das espécies evidencia que *A. altiparanae*
164 apresenta menor probabilidade de ocorrência nos trechos superiores da bacia, com elevada
165 probabilidade de ocorrência nas demais porções da bacia do rio Ivinhema. Por outro lado, *A.*
166 *paranae* apresenta maior probabilidade de ocorrência nas porções inferiores da bacia
167 enquanto *A. bockmanni* e *A. fasciatus* apresenta padrões inversos, com maiores probabilidades
168 de ocorrência nas porções superiores da bacia do rio Ivinhema (fig. 4).

169 **DISCUSSÃO**

170 As características de cada região podem atuar como filtros ambientais, selecionando as
171 espécies que podem colonizar cada habitat de acordo com a capacidade de dispersão e
172 habilidade de persistir dadas as condições ambientais locais (Poff, 1997). Deste modo,

173 diferentes metodologias têm sido propostas para modelar a ocorrência das espécies em função
174 das características ambientais, entre elas a utilização de redes neurais artificiais tem sido
175 muito difundida, pela elevada capacidade preditiva (Olden & Jackson, 2002; Segurado &
176 Araújo, 2004), ainda que outros estudos sugeriram que a regressão logística apresenta maior
177 eficiência que a as redes neurais artificiais (Manel et al. 1999). Desta forma, considerando o
178 fato de o comportamento das redes neurais artificiais ainda ser pouco conhecido do ponto de
179 vista estatístico (Olden & Jackson, 2002) em comparação com os métodos tradicionais como
180 a regressão logística, este ainda é um dos métodos mais utilizados em modelagem da
181 distribuição de espécies.

182 O papel das características ambientais sobre a organização das comunidades de peixes
183 é bem conhecido, com um crescente número de estudos realizados na região neotropical. No
184 entanto, usualmente são utilizados métodos multivariados para quantificar o papel das
185 diferenças ambientais sobre a distribuição das espécies (Marsh-Matthews & Matthews, 2000;
186 Gerhard et al., 2004), incluindo estudos realizados no Alto Rio Paraná (Langeani et al., 2005;
187 Ferreira & Casatti, 2006; Valério et al., 2007). No entanto, a modelagem da distribuição da
188 ocorrência das espécies de peixes na região neotropical ainda é pouco abordada, sendo
189 exceções os trabalhos de Suárez et al., (2007) sobre a distribuição de quatro espécies de
190 peixes na região de cabeceira do rio Ivinhema e o trabalho de Mehanna & Penha (2011)
191 focando em quatro espécies de *Astyanax* na Chapada dos Guimarães, sendo que o primeiro
192 utilizou a regressão logística enquanto o segundo utilizou métodos multivariados para
193 explicar a preferência das espécies por determinado conjunto de condições ambientais.

194 A maioria dos estudos sobre espécies deste gênero têm-se concentrado nos aspectos
195 biológicos, tais como a alimentação (Andrian et al, 2001; Vilella et al, 2002;. Gomiero e
196 Braga, 2005), reprodução (Gurgel, 2004), estrutura populacional (Orsi et al, 2004) e poucos

197 focam aspectos de sua distribuição (Súarez & Petrere Júnior, 2003 e 2005; Bennemann et al,
198 2005).

199 Súarez & Petrere Júnior (2003) analisando a distribuição de algumas espécies de
200 peixes na bacia do rio Iguatemi, Alto Rio Paraná constataram que *A. altiparanae* ocorria em
201 praticamente toda a extensão da bacia hidrográfica, enquanto *A. eigenmanniorum* se restringia
202 às porções superiores da bacia. No presente estudo também constatamos ampla distribuição
203 para *A. altiparanae*, no entanto aqui ampliamos o trabalho ao apresentar a importância de
204 cada variável ambiental na determinação da ocorrência da espécie.

205 Estudos sobre espécies de *Astyanax* sugerem que *A. altiparanae* tenha ampla
206 distribuição ocorrendo desde lagos até rios de grande porte (Orsi, 2004; Bennemann *et al.*,
207 2005; Delariva *et al.*, 2009). Na bacia do rio Tibagi Bennemann *et al.* (2005) constataram que
208 *A. altiparanae* foi muito abundante nas porções inferiores do rio enquanto *A. fasciatus* foi
209 encontrado predominantemente na parte superior. Embora neste estudo não tenha sido
210 quantificada a relação com as variáveis ambientais, os resultados são consistentes com os
211 encontrados por nós na bacia do rio Ivinhema. De forma similar Langeani *et al.* (2005),
212 analisando as assembleias de peixes em poções e corredeiras em um afluente do rio Tietê
213 (Alto Rio Paraná), constatara que *A. altiparanae* foi mais abundante no mesohabitat de poção
214 enquanto *A. fasciatus* foi mais abundante na corredeira. Estes resultados são corroborados por
215 nosso estudo, evidenciando a importância da altitude e velocidade da correnteza sobre a
216 distribuição destas espécies.

217 Bennemann *et al.* (2005) argumenta que as preferências diferenciadas das espécies de
218 *Astyanax*, leva à segregação das espécies na bacia do rio Tibagi, no mesmo trabalho os
219 autores relatam que houve pouca diferença no uso de recursos alimentares entre as espécies
220 analisadas, desta forma, é possível que diferenças na distribuição espacial sejam um

221 mecanismo para minimizar a sobreposição de nicho entre as espécies, permitindo a
222 persistência das espécies sob baixos níveis de competição.

223 Malabarba *et al.* (2004) constataram que *A. fasciatus* apresenta elevada frequência de
224 anomalias nas brânquias em locais com baixa qualidade da água, no entanto Flores-Lopes e
225 colaboradores (2010) analisando as comunidades de peixes na mesma região sugerem que *A.*
226 *fasciatus*, dado o seu comportamento generalista, foi mais abundante em locais com baixa
227 qualidade ambiental. Esta afirmação contradiz a nossa hipótese de que *A. fasciatus* apresente
228 preferência por trechos mais íntegros, contudo, é provável que um fator efetivamente
229 limitante à ocorrência desta espécie seja a concentração de oxigênio dissolvido que deve ser
230 maior em trechos de maior altitude e velocidade da correnteza e apresentar menores valores
231 em locais com maior condutividade elétrica. Neste sentido, a região amostrada por Flores-
232 Lopes *et al.* (2010), por se localizar a maiores latitudes que a bacia do rio Ivinhema deve
233 naturalmente apresentar maior concentração de oxigênio, assim a distribuição da espécie se
234 torna mais ampla, no entanto, alterações nas brânquias indicam que a perda de qualidade
235 ambiental ainda afeta a espécie.

236 Assim *A. fasciatus* pode apresenta grande adaptação aos locais em desequilíbrio, onde
237 possíveis adaptações morfológicas ao longo do tempo para uma melhor obtenção de oxigênio,
238 porem a altitude não foi levada em consideração. A partir das coordenadas do local de
239 pesquisa, pôde ser verificada que se encontram a 664m altitude, representando semelhança, já
240 que outras variáveis não restringem a distribuição da espécie, pode se sugerir que a variável
241 em questão, seja o fator que está diretamente relacionado com distribuição de *A. fasciatus*.

242 No rio Corumbataí a espécie foi encontrada apenas em ambientes íntegros, porem em
243 locais com altitudes de 547m, o que demonstra que a integridade do ambiente não torna um
244 fator limitante, corroborando a relação da altitude na espécie.

245 A importância da velocidade da água na ocorrência de *A. altiparanae* e *A. fasciatus*
246 pode ser reflexo das diferenças morfológicas entre estas espécies, uma vez que a primeira
247 apresenta corpo relativamente mais alto, o que a torna mais susceptível a forte correnteza.
248 Suárez & Petreire Júnior (2005) analisando a distribuição de espécies de peixes em riachos da
249 bacia do rio Iguatemi constataram que a ocorrência das espécies estava significativamente
250 associada com a morfologia destas, fato que corrobora nossa hipótese, assim um corpo mais
251 alongado, como o de *A. fasciatus*, a torna mais adaptada a enfrentar as corredeiras e colonizar
252 as porções superiores da bacia hidrográfica.

253 Estudos realizados com *A. paranae* também constataram baixa ocorrência da espécie,
254 não encontrando a relação da espécie com a condutividade (Cunico *et. al.*, 2006; Suárez &
255 Lima-Junior, 2009).

256 A maioria dos estudos relacionados à *A. bockmanni* estão voltados a diferenciação
257 genética existe na espécie, porém estudos realizados na represa do Jurumirim, Reservatório de
258 Itupararanga, e no rio Grande localizados no estado de São Paulo, demonstraram baixa
259 ocorrência da espécie, o que é corroborado em nosso estudo, onde *A. bockmanni* foi a espécie
260 com distribuição mais restrita entre as analisadas. A baixa frequência de ocorrência da espécie
261 também foi constatada por Cesário (2010) e Kurseusk (2012).

262 Santos e Steves (2011) não registraram a espécie em locais de cabeceira, que ocorreu
263 nos trechos médios e inferiores do rio e sugerem que, em período de seca, *A. bockmanni* pode
264 estar associada a ambiente com maior qualidade de água. Na bacia do Ivinhema, foi registrada
265 esta espécie em trechos de cabeceira, sugerindo que a altitude seja uma variável que
266 influencia significativamente na ocorrência desta espécie, porém geralmente locais de
267 cabeceira estão associados a locais com maior qualidade ambiental como proposto pelos
268 autores acima, porém a baixa frequência da espécie torna necessário uma melhor investigação
269 entre sua ocorrência e as variáveis ambientais.

270 **CONCLUSÃO**

271 Concluindo, nossos resultados sugerem que a altitude do trecho amostrado e a
272 velocidade da correnteza são os principais determinantes da ocorrência das espécies de
273 *Astyanax* analisadas, contudo, o papel da condutividade elétrica da água ainda merece ser
274 melhor estudado na bacia do rio Ivinhema. As variáveis selecionadas atuam como filtro de
275 espécies, selecionando as espécies a partir de suas características morfológicas e fisiológicas
276 para colonizar e persistir nas diferentes porções da bacia.

277

278 **AGRADECIMENTOS**

279 À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado
280 de Mato Grosso do Sul, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior,
281 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Universidade Estadual de
282 Mato Grosso do Sul pelo financiamento das amostragens. Aos colaboradores na amostragem:
283 Marcelo M. Souza, Maiane J. Pereira, Lilian P. Vasconcelos, Luciana G. Azevedo, Fabiane F.
284 Silva e Olemar C. Martins. Ao Ibama pela autorização para pesca científica, à Coordenação
285 de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior pela bolsa de mestrado à Aryadne S. Rocha
286 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa
287 produtividade à Yzel R. Suárez.

288

289 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

290 Abes, S. S. & Agostinho, A. A. Os padrões espaciais na distribuição de peixes e a estrutura do
291 ichthyocenosis no fluxo de nanci água, alto Paraná, Brasil. *Hydrob.* 445: 217-227. 2001.
292 Alves, T.P., Fontoura, N.F. Statistical distribution models for migratory fish in Jacuí basin,
293 South Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 7(4):647-658. 2009.
294 Andrian, S.E., Silva, H.B.R. & Peretti, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758)
295 (Characiformes, characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, estado de
296 Goiás, Brasil. *Acta Sci.* 23 (2): 435-440. 2001.
297 Barradas, R. S. B., Silva, L. G., Harvey, b. C. & Fontoura, N. F. Estimating migratory fish
298 distribution from altitude and basin area: a case study in a large Neotropical river. *Freshwater*
299 *Biol.* 57,2297–2305. 2012.

300 Barbieri, G. Biologia de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do
301 Ribeirão do Fazzari. São Carlos. Estado de São Paulo. Aspectos quantitativos da reprodução.
302 Rev. Bras. Biol. 52 (4): 589-596. 1992.

303 Bennemann, S.T., Gealh, A.M., Orsi, M.L. & Souza, L.M. Ocorrência e ecologia trófica de
304 quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná,
305 Brasil. Iheringia, série zoologia, 95 (3): 247-254. 2005.

306 Bini, L. M. & Thomaz, S. M. Prediction of *Egeria najas* and *Egeria densa* occurrence in a
307 large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brasil – Paraguay). Aquatic Botanic. v. 83, n. 3,
308 p. 227-238. 2005.

309 Boon, P. J. Essential elements in the case for river conservation. In: Calow, P.; Petts, G.E.
310 (Eds.). River conservation and management. New York, Wiley, p.11 – 33. 1992.

311 Casatti, L. & Castro, R.M.C. A fish community of the São Francisco River headwaters
312 riffles, southeastern Brazil. Ichthyological Exploration Freshwaters. 9:229-242. 1998.

313 Castro, R.M.C., Casatti, L., Santos, H.F., Ferreira, K.M., Ribeiro, A.C., Benine, R.C., Dardis,
314 G.Z.P., Melo, A.L.A., Abreu, T.X., Bockmann, F.A., Carvalho, M., Gibran, F.Z. & Lima,
315 F.C.T. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste e sul
316 do Brasil. Biota Neotrop. 3(1). 2003.

317 Caramaschi, E. M. P. Distribuição da ictiofauna nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema
318 junto ao divisor de águas (Botucatu, SP). Ufscar, São Carlos. Tese de doutorado. 1986.

319 De Marco Júnior, P. & Siqueira, M.F. Como determinar a distribuição potencial de espécies
320 sob uma abordagem conservacionista? Megadiversidade, Volume 5. Nº 1-2. . 2009.

321 Delariva, R. L. ; Canteri, F. C. ; Sanches, P. V. ; Baungartner, G. Composição e estrutura da
322 ictiofauna de área marginal da lagoa Xambrê, Parque Nacional de Ilha Grande, PR, Brasil.
323 Revista em agronegócios e meio ambiente, v. 2, p. 141-153. 2009.

324 Esteves, K. E. Feeding ecology of three *Astyanax* species (Characidae, Tetragonopterinae)
325 from a floodplain lake of Mogi-Guaçu River, Paraná River Basin, Brazil. Environ. Biol Fish.
326 46(1):83-101. 1996.

327 Ferreira, C.P. & Casatti, L. Influência da estrutura do habitat sobre a ictiofauna de um riacho
328 em uma micro-bacia de Pastagem, São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Zool. 23(3):642-651. 2006.

329 Ferreira T., Caiola N., Casals F., Oliveira J.M. & De Sostoa A. Assessing perturbation of river
330 fish communities in the Iberian Ecoregion. Fisheries Manag. Ecol. 14, 519–530. 2007.

331 Flores-Lopes; Cetra, M.; Malabarba L.R. Utilização de índices ecológicos em assembléias de
332 peixes como instrumento de avaliação da degradação ambiental em programas de
333 monitoramento. Biota Neotrop. 10(4): 183-194. 2010.

334 Garutti, V. & Britski, H.A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei:
335 Characidae) da bacia do Alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero
336 na bacia. Comunicação do Museu Ciências e Tecnologia. PUCRS, Sér. Zool. Porto Alegre.
337 65-88. 2000.

338 Gehard, P., Moraes, R. & Molander, S. Stream fish communities and their associations to
339 habitat variables in a rain forest reserve in southeastern Brazil. Environ. Biol. Fish,
340 71(4):321-340. 2004.

341 Giannini, T. C.; Siqueira, M. F.; Acosta, A. L.; Barreto, F. C. C. ; Saraiva, A. M.; Alves Dos
342 Santos, I. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. Rodriguésia. v.
343 63, p. 733-749. 2012.

344 Gomiero, L. M. E Braga, F. M. S. Uso de o grau de preferência alimentar para um
345 caracterização da alimentação de peixes na Apa de São Pedro e Analândia. Acta Sci. 27 (3):
346 265-270. 2005.

347 Graça, W.J. & Pavanelli, C.S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas
348 adjacentes. EDUEM, Maringá. 2007.

349 Guisan, A., Edwards, T. C. & Hastie, T. Generalized linear and generalized additive models
350 in studies of species distributions: setting the scene. *Ecol. Lett.*, 157:89-100. 2002.

351 Gurgel, H. C. B. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (com
352 mais curvas) (Characidae, tetragonopterinae) do rio Ceará Mirim, poço branco, Rio Grande do
353 Norte, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21 (1): 131-135. 2004.

354 Irz, P., Michonneau F. Oerdoff T, M.F., Lamouroux, W. N., Mouillot, D., Argillier, C. Fish
355 community comparisons along environmental gradients in lakes of France and north-east
356 USA. *Global Ecol. Biogeogr.* 16(3) p. 350-366. 2007.

357 Junk, W.J. Áreas inundáveis: um desafio para a limnologia. *Acta Amazon.* v.10, 4, p.775 -
358 795. 1980.

359 Langeani, F., Casatti, L., Gameiro, H.S., Carmo, A.B. & Rossaferes, D.C. Riffle and pool fish
360 communities in a large stream of southeastern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 3(2):305-311. 2005.

361 Lima-Junior, S. E.; Cardone, I. B.; Gointein, R. Fish assemblage structure and aquatic
362 pollution in a Brazilian stream: some limitations of diversity indices and models for
363 environmental impact studies. *Ecol. Freshw. Fish.*, v. 15, n. 3, p. 284-290. 2006.

364 Manel, S., Dias, J.M. & Ormerod, S.J. Comparing discriminant analysis, neural networks and
365 logistic regression for predicting species' distributions: a case study with a Himalayan river
366 bird. *Ecol. Model.* 120, 337– 347. 1999.

367 Marsh-Matthews & Matthews W. J. Geographic, terrestrial and aquatic factors: which most
368 influence the structure of stream fish assemblages in the midwestern United States. *Ecol.*
369 *Freshw. Fish.* vol. 9, p. 9-21. 2000.

370 Mazzoni, R. & Lobón-Cerviá, J. Longitudinal structure, density and production rates of a
371 neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do Mar, southeast Brazil.
372 *Ecography*, 23(5):588-602. 2000.

373 Mehanna, M. & Penha, J. Fatores abióticos que afetam a distribuição do gênero *Astyanax*
374 (Baird & Girard), 1854 em riachos de cabeceiras de Chapada dos Guimarães, Bacia do rio
375 Cuiabá, Mato Grosso. *J. Bioscience.* v. 27, n. 1, p. 125-137. 2011.

376 Oberdoff, T.; Pont, D.; Hugueny, B.; Chessel, D. A probabilistic model characterizing
377 riverine fish communities of French rivers: a framework for environmental assessment.
378 *Freshw Biol.* 46, 399-415. 2001.

379 Orsi, M. L., Carvalho, E. D. & Foresti, F. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae*
380 Guarutti & Britski (teleostei, characidae) do médio Rio Paranapanema, Paraná, Brasil. *Rev.*
381 *Bras. Zool.* 21 (2): 207-218. 2004.

382 Pavanelli, C.S. & Caramaschi, E.P. Temporal and spatial distribution of the ichthyofauna in
383 two streams of the upper Rio Paraná Basin. *Braz. Baz. Arch. Biol. Technol.* 46(2):271-280.
384 2003.

385 Pearson, R.G., C.J. Raxworthy, M. Nakamura & A.T. Peterson. Predicting species
386 distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in
387 Madagascar. *J. Biogeogr.* 34: 102-117. 2007.

388 Peres-Neto, P.R. Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site
389 suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. *Oecologia*, 140(2):352-
390 360. 2004.

391 Pearson, R. G. Species distribution modeling for conservation educators and practitioners.
392 *Synthesis.* American museum of natural history, New York. 50 p. 2007.

393 Penczak, T, A. A. Agostinho & E. K. Okada. Fish diversity and community structure in two
394 tributaries of the Paraná River, Paraná State, Brazil. *Hydrobiologia*, 294: 243–251. 1994.

395 Petry, A. C.; Schulz, U. H. Longitudinal changes and indicator species of the fish fauna in the
396 Sinos River, South Brazil. *J. Fish Biol.* 69: 272-290. 2006.

397

398 Poff, N.L. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and
 399 prediction in stream ecology. J. N. Am. Benthol. Soc. 16(2): 391-409. 1997.
 400 Quinn, G. P. & Keough, M. J. Experimental design and data analysis for biologists.
 401 Cambridge, Cambridge University Press, 537p. 2005.
 402 Reis, R. E. Kullander, S.O. & Ferraris, J.R. Check list dos peixes de água doce da América do
 403 Sul e Central. Edipucrs, Porto Alegre, RS. 742p. 2003.
 404 Rodrigues, A. M. Campos, E. C. & Ferreira, A. E. Aspectos da estrutura populacional e época
 405 de reprodução fazer tambiu *Astyanax bimaculatus* (Characiformes, characidae) na represa de
 406 Bariri, rio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil. Boletim do instituto de pesca 16 (1): 97-110.
 407 1989.
 408 Rodríguez, M. A. And Lewis Jr., W. M. Structure of fish assemblages along environmental
 409 gradients in floodplain lakes of the Orinoco river. Ecol. Monogr. 67 : (1), 109-28. 1997.
 410 Schulz, Uh. And Martins Junior, H. *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of
 411 rio dos Sinos, rs, Brazil. Braz. J. Biol. vol. 61, no. 4, p. 615-622. 2001.
 412 Segurado, P. & Araújo, M. B. Na evaluation of methods for modelling species distributions. J.
 413 Biogeogr. v. 31, p. 1555-1568. 2004.
 414 Suárez, R. & Y. Petrere-Júnior, M. Associações de espécies de peixes em ambientes lóticos
 415 da bacia do rio Iguatemi, estado do mato grosso do sul. Acta Sci. 25: 361-367. 2003.
 416 Suárez, R. & Y. Petrere-Júnior, M. Organização das assembléias de peixes dos riachos da
 417 bacia do rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. Acta Sci. 22 (2): 161-167. . 2005.
 418 Suárez, Y. R.; Valério, S. B.; Tondato, K. K.; Ximenes, L. Q. L.; Felipe, T. R. A.
 419 Determinantes ambientais da ocorrência de espécies de peixes em riachos de cabeceira da
 420 bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná. Acta Sci. (UEM), v. 29, p. 145-150. 2007.
 421 Valério, S.B., Suárez, Y.R., Felipe, T.R.A., Tondato, K.K. & Ximenes, L.Q.L. Organization
 422 patterns of headwater-stream fish communities in the Upper Paraguay-Paraná basins.
 423 Hydrobiology. 583(1):241-250. 2007.
 424 Vannote, R.L. The river continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci. v.37, nº1, p.130
 425 Vilella, F.S. Becker, F.G. & Hartz, S.M. Dieta de *Astyanax* espécies (Teleostei, characidae)
 426 em um rio de mata atlântica no sul do brasil. Baz. Arch. Biol. Technol. 45 (2): 223232. 2002.
 427 Ward, R.C. Design of water quality information systems. International Symposium on the
 428 Design of Water Quality Information Systems. Colorado. 1989.
 429 Wilkinson, L., Em Branco, G. & Gruber, C. Área de trabalho de análise de dados com
 430 SYSTAT. Prentice Hall. New Jersey. 798p. 1996.

431

432

433

434 Tabela

435

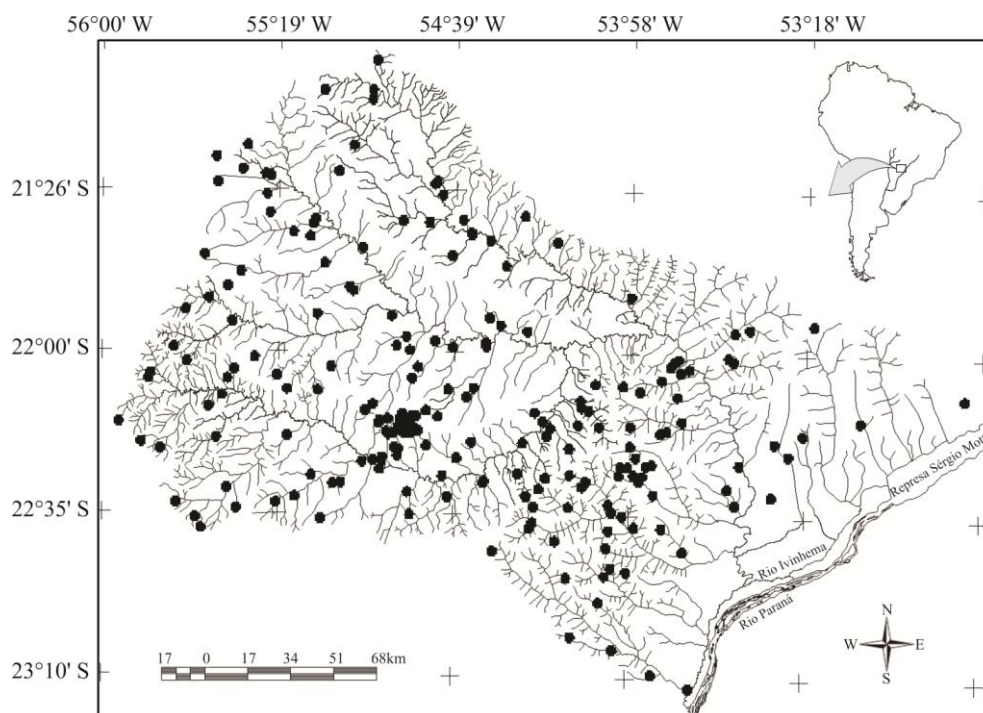
436 Tab. 1. Resultado da Análise de Regressão Logística com a influência das características
 437 ambientais sobre a ocorrência de quatro espécies do gênero *Astyanax* na bacia do rio
 438 Ivinhema, Alto Rio Paraná.

Espécie	Variável	B	P
	Constante	0.917	-

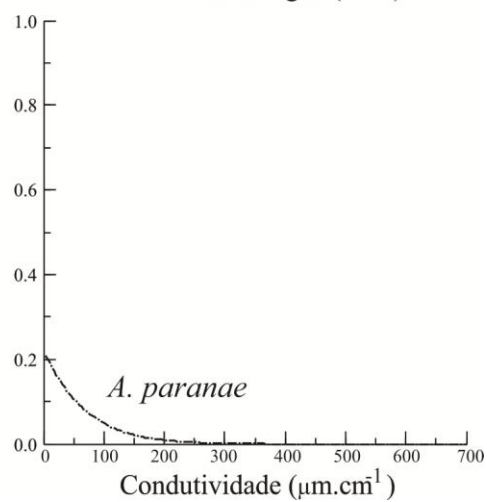
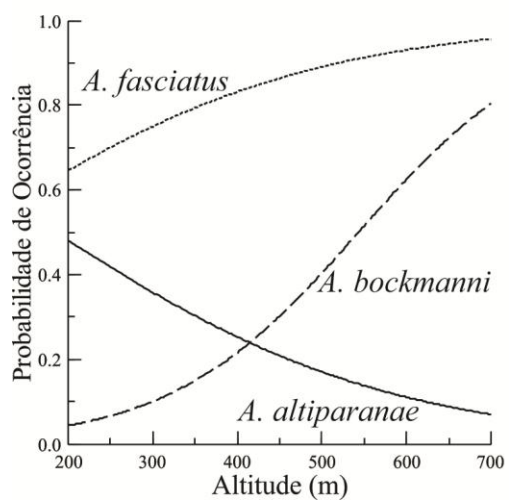
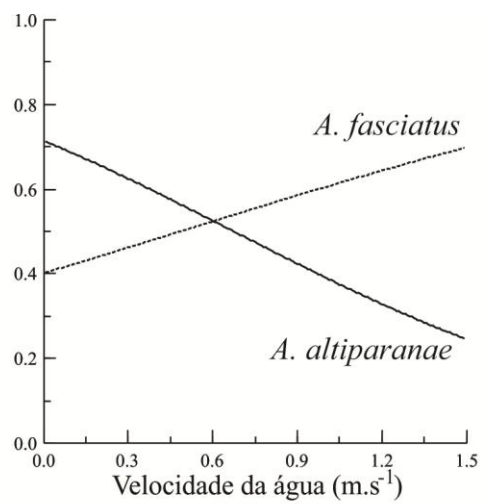
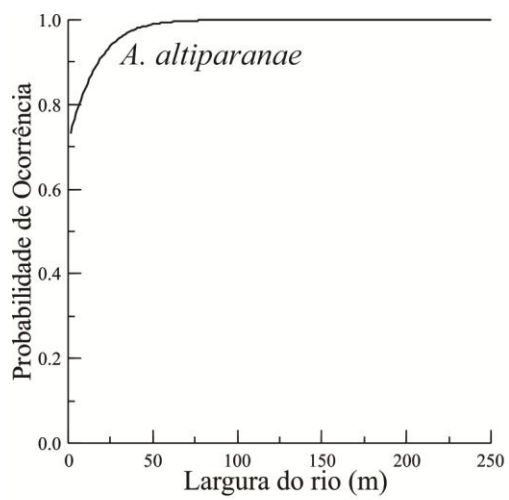
<i>A. altiparanae</i>	Largura	0.072	0.04
	Profundidade	-0.190	0.33
	Velocidade	-1.360	0.01
	Altitude	-0.005	<0.01
	Condutividade	0.004	0.11
			Acurácia total= 71.6
<i>A. bockmanni</i>	Constante	-4.888	-
	Largura	-0.055	0.25
	Profundidade	0.120	0.46
	Velocidade	-1.243	0.26
	Altitude	0.009	0.03
Condutividade	-0.009	0.18	
			Acurácia total=97.7
<i>A. fasciatus</i>	Constante	-0.399	-
	Largura	-0.027	0.12
	Profundidade	0.272	0.22
	Velocidade	0.826	0.05
	Altitude	0.005	<0.01
Condutividade	-0.002	0.24	
			Acurácia total= 64.2
<i>A. paranae</i>	Constante	-1.275	-
	Largura	0.018	0.09
	Profundidade	-0.569	0.09
	Velocidade	-0.211	0.37
	Altitude	0.002	0.08
Condutividade	-0.017	<0.01	
			Acurácia total=72.1

439

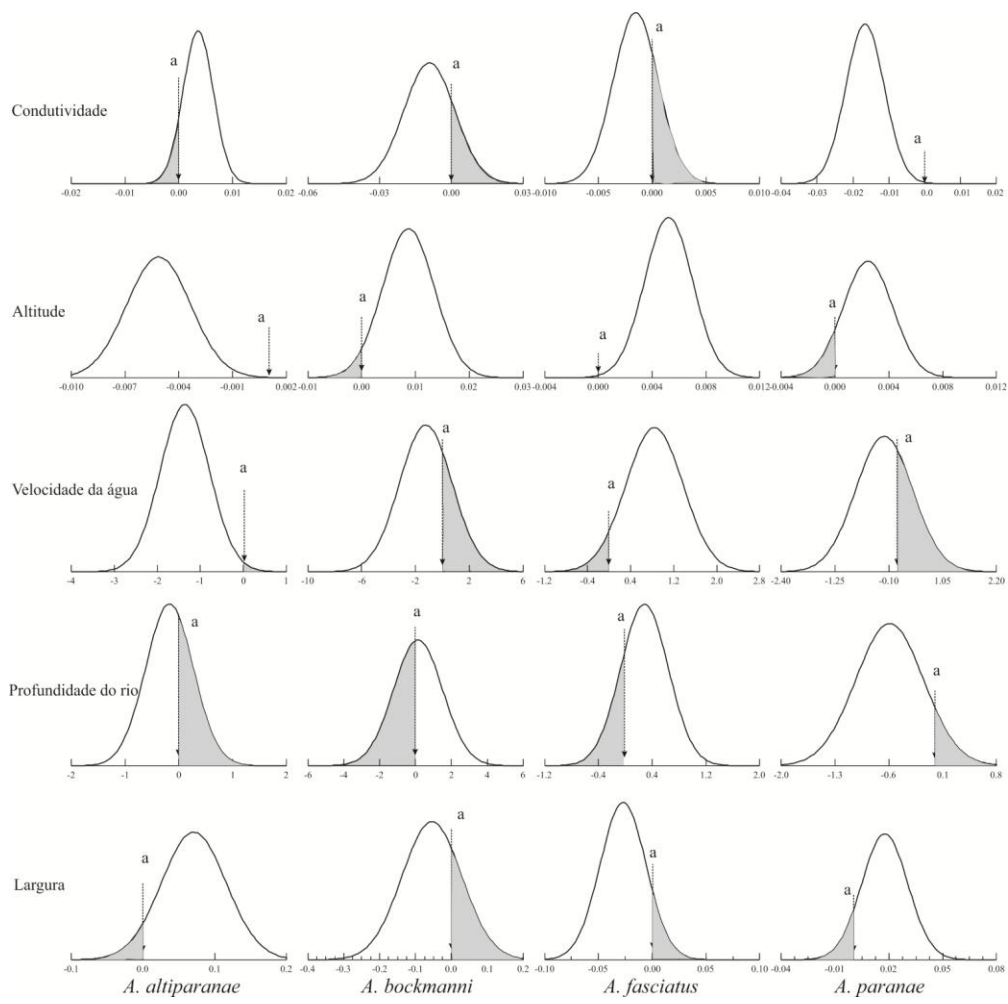
440 Figuras



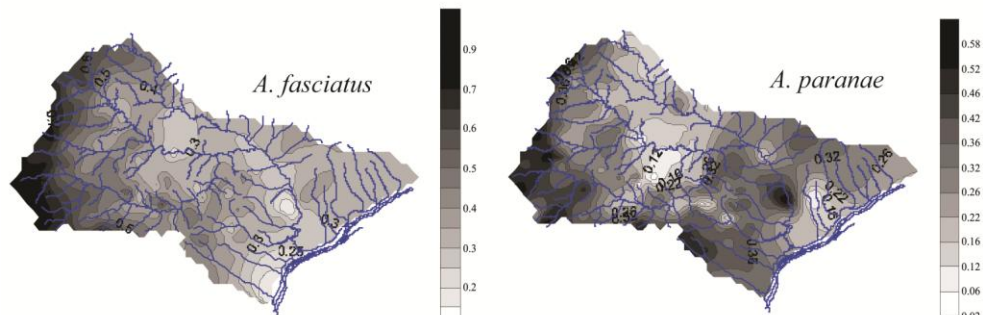
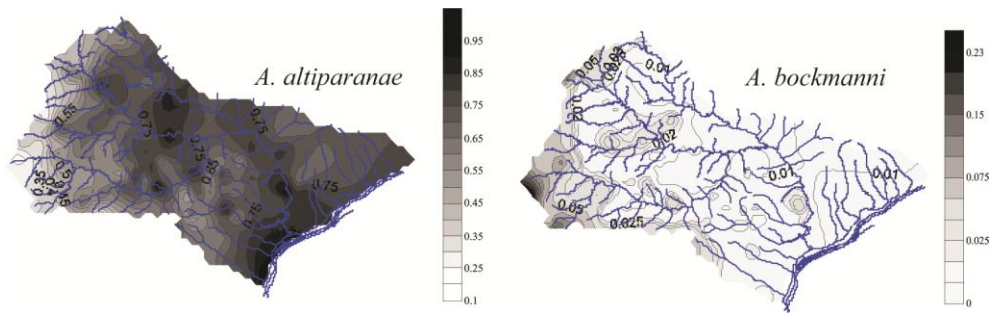
441



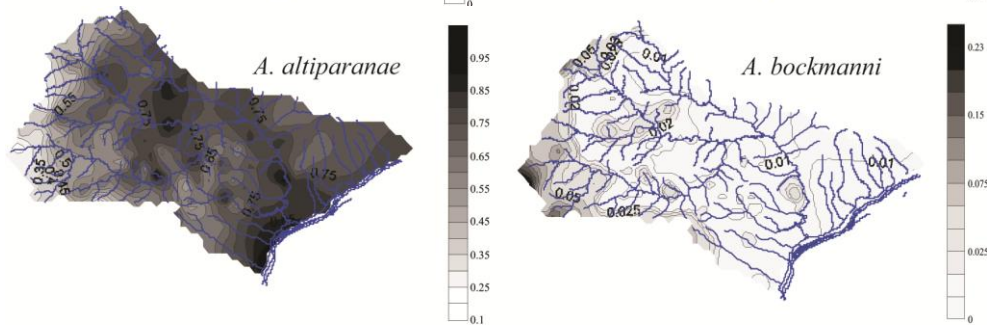
442



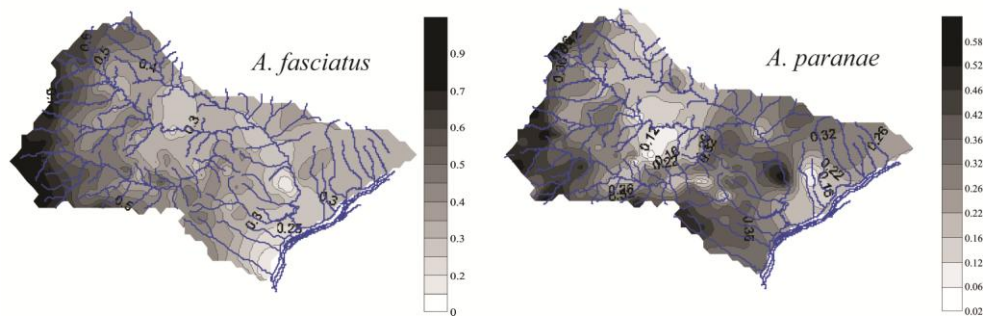
443



444



445



446 Figure legends

447 Fig. 1. Localização dos pontos amostrais na bacia do rio Ivinhema, Alto rio Paraná, entre
 448 2001 e 2012.

449 Fig. 2. Probabilidade de ocorrência das espécies do gênero *Astyanax*, sobre influência da
 450 velocidade da correnteza e altitude na bacia do rio Ivinhema, Alto Rio Paraná.

451 Fig. 3. Importância das variáveis referentes a cada espécie representadas pela letra “a”.

452 Fig. 4. Probabilidade de ocorrência de quatro espécies do gênero *Astyanax* na bacia do rio

453 Ivinhema, Alto Rio Paraná.

454