

FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
MESTRADO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA BIODIVERSIDADE

FELIPE COUTINHO MACIEL

**MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO HISTÓRICA DE PEIXES MIGRADORES NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DO RIO GRANDE DO SUL**

Porto Alegre  
2019

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Modelos de distribuição histórica de peixes migradores nas bacias hidrográficas  
do Rio Grande do Sul**

**Felipe Coutinho Maciel**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
Av. Ipiranga 6681 - Caixa Postal 1429  
Fone: (051) 320-3500  
CEP 90619-900 Porto Alegre - RS - Brasil**

**2019**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE

**Modelos de distribuição histórica de peixes migradores nas bacias hidrográficas  
do Rio Grande do Sul**

**Felipe Coutinho Maciel**  
**Orientador: Nelson Ferreira Fontoura**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Porto Alegre – RS – Brasil**

**2019**

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	V
RESUMO.....	VI
ABSTRACT .....	VII
1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul .....	9
1.2. Espécies Migradoras .....	11
1.3. Modelagem de Distribuição.....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3. RESULTADOS .....	19
3.1. LOGIT .....	19
3.2. MaxEnt .....	27
3.3. Comparação entre os modelos .....	30
3.4. Matriz de confusão.....	41
4. DISCUSSÃO.....	42
5. REFERÊNCIAS .....	46
ANEXOS.....	51

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares, que sempre apoiaram minhas escolhas e estiveram presentes nos momentos difíceis;

Ao meu orientador Nelson Ferreira Fontoura, sempre disposto e prestativo;

Aos meus colegas de laboratório e aos meus amigos que me acompanharam nestes passos;

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Biodiversidade;

E a todos que passaram em algum momento comigo por esta etapa, obrigado.

## RESUMO

Modelagem estatística é uma importante ferramenta matemática e tem sido amplamente utilizada para criar modelos de distribuição de espécies. Este trabalho utilizou as informações disponíveis de outros três projetos, realizados nas bacias hidrográficas do Uruguai, Jacuí e do Camaquã, para gerar mapas preditivos de ocorrência para três espécies de peixes migradores de grande porte, com grande importância econômica/ecológica, sendo eles *Salminus brasiliensis* (dourado), *Megaleporinus obtusidens* (piava) e *Prochilodus lineatus* (grumatã). Os modelos criados utilizaram as variáveis independentes, área de bacia e altitude, com valores logaritmizados, obtidos através de Modelo Digital de Terreno (MDT), desta forma, pode-se identificar as dinâmicas de ocorrência das espécies migradoras e analisar seus padrões de distribuição. Utilizando os dados provenientes das entrevistas realizadas nos trabalhos anteriores, totalizaram 376 pontos de amostragem, mais 52 pontos de presença levantados em banco de dados. Foi realizada a regressão logística através do software SPSS Statistics 17.0, representado pela fórmula:  $P = \frac{e^{(b_0+b_1.x_1+b_2.x_2)}}{1+e^{(b_0+b_1.x_1+b_2.x_2)}}$ , onde: P é a probabilidade de ocorrência da espécie (0-1), x1, x2 são os descritores ambientais já logaritmizados, altitude e área de bacia, respectivamente; b0, b1 e b2 são coeficientes de calibração do modelo, obtendo resultados que apresentaram um percentual de aderência satisfatório, em torno de 80% para as três espécies. Após estimados os descritores e calculado os coeficientes, foram gerados os mapas de probabilidade de presença para as três espécies, construídos no software IDRISI Andes, aplicando-se a regressão sobre as camadas de altitude (ln) e área de bacia (ln) como variáveis independentes. Para criar os mapas de distribuição presumida de cada espécie através de modelo de máxima entropia (MaxEnt), foram utilizados apenas os pontos de presença da matriz amostral e adicionadas informações do levantamento em bancos de dados. Através das mesmas variáveis, foram estipuladas 15 réplicas em cada processo, com teste de porcentagem aleatória de 25% para validação interna. Obtiveram-se resultados de área sobre a curva (AUC) considerados superiores a 0,9 para as três espécies. Comparando as taxas de sensibilidade e especificidade obtidas nos dois modelos para cada espécie, os modelos LOGIT apresentaram maior sensibilidade e os modelos gerados no MaxEnt tiveram melhor performance na especificidade. De forma geral, a acurácia total foi elevada em ambos os modelos em todas as espécies. Os dois modelos obtidos para as três espécies seguiram o padrão já estabelecido, indicando maior probabilidade de ocorrência destas espécies quando a área de bacia aumenta e diminui a altitude, sugerindo que os parâmetros são adequados para a estimativa do padrão de distribuição para espécies migradoras.

Palavras-chave: Modelo estatístico, LOGIT, MaxEnt, mapa de distribuição, peixes migradores

## ABSTRACT

### Historical distribution models of migratory fish in the hydrographic basins of Rio Grande do Sul

Statistic modeling is an important mathematical tool and has been widely used to create species distribution models. This essay utilizes the information provided by three projects, performed at the watersheds of Uruguai, Jacuí and Camaquã to generate predictive maps of occurrence for three species of large fish, such as *Salminus brasiliensis* (Dourado), *Megaleporinus obtusidens* (Piava) and *Prochilodus lineatus* (Grumatã). The models utilized the independent variables basin areas and altitude, with logarithmized values, obtained by a Digital Terrain Model (DTM), in this way, one can identify the dynamics of occurrence of the migratory species and analyze their distribution patterns. Using data from the interviews conducted in the previous works, with 376 available sampling points, and additional 52 points of presence collected in databases. Logistic regression was performed through the software SPSS Statistics 17.0, represented by the formula:  $P = \frac{e^{(b_0+b_1.x_1+b_2.x_2)}}{1+e^{(b_0+b_1.x_1+b_2.x_2)}}$ , where: P is probability of occurrence of the species (0-1), x1, x2 are the environmental descriptors already logarithmized, altitude and basin area, respectively; b0, b1 e b2 are model calibration coefficients, obtaining results that showed a good adhesion percentage, around 80% for the three species. After estimating descriptors and calculating the coefficients, presence probability maps for the three species were constructed in IDRISI Andes software, applying the regression over the elevation layers (ln) and watershed area (ln) as independent variables. To create the predicted distribution maps of each species by means of maximum entropy approach (MaxEnt program), we used only the presence of points of the sample matrix with the addition of the museum survey. By using the same variables, we stipulated 15 replicates in each case, with random test percentage of 25% for internal validation. Obtained results for area under the curve (AUC) were all above 0.9 for the three species. Comparing sensitivity and specificity obtained from both models, logit models showed higher sensitivity whereas the models generated by MaxEnt had a higher specificity. In general, the overall accuracy was high for both models for all species. The two models obtained for the three species followed the pattern already established, indicating increased probability of occurrence of these species at higher basin areas and lower altitudes, suggesting that the parameters are suitable for estimating the distribution pattern for migratory species.

**Keywords:** Statistical model, LOGIT, MaxEnt, distribution map, migratory fish

## 1. INTRODUÇÃO

Os peixes migradores correspondem a mais de 15% de toda a ictiofauna neotropical (Carosfeld, Harvey, 2003), realizando deslocamentos populacionais periódicos ao longo do ciclo de vida, sendo um comportamento fundamental para manutenção de populações viáveis (Godinho, Kynard, 2009). Em água doce, os peixes desenvolveram mecanismos adaptativos para a sobrevivência em ambientes onde as condições bióticas e abióticas variam amplamente segundo um ciclo sazonal, sendo este ciclo necessário para a maturação gonadal e obtenção de alimento nas diferentes fases do ciclo de vida (Vazzoler, 1996). A migração pode se estender por muitos quilômetros, sendo que a área de bacia necessária para a sobrevivência de muitas espécies migradoras pode chegar a 40.000km<sup>2</sup> (Godoy, 1987; Capeleti, Petrete, 2006).

Diversas espécies possuem padrões similares de comportamento, principalmente reprodutivo, onde a desova é sazonal e geralmente ocorre em partes altas dos rios, fora da área de alimentação. Após a desova, a corrente carrega os ovos e as larvas para jusante até atingirem o tamanho suficiente para se juntar ao estoque principal de adultos (Pitcher, Hart, 1982).

Neste processo migratório, os peixes experimentam todo um gradiente de modificação ambiental, o qual se reflete em aspectos fisionômicos, de dinâmica hídrica e de qualidade de água. Nos anos 80 foram elaborados conceitos para descrever o entendimento da dinâmica de rios, onde os sistemas fluviais são uma série contínua e integrada de gradientes físicos e ajustes bióticos associados (Vannote *et al.*, 1980). Já segundo o conceito europeu de “biozonação”, os rios de ambientes temperados são geralmente divididos em quatro trechos (superior, médio-superior, médio-inferior e inferior), onde cada trecho pode ser caracterizado pela ocorrência de uma espécie indicadora (Petry, Schulz, 2006). Desta forma, o limite de distribuição das espécies é influenciado por inúmeros fatores, podendo ser concomitantes ou que interagem para produzir os padrões visto na natureza (Hall *et al.*, 1992).

Dentre os principais fatores determinantes da dinâmica hídrica, a altitude tem refletido amplamente as condições hidrodinâmicas e morfológicas que um rio apresenta. Conjuntamente com fatores como pH, temperatura, declividade, condutividade e velocidade de corrente, o parâmetro de altitude pode produzir um gradiente ambiental que mostra uma grande influência sobre a riqueza de espécies em cada região (Pouilly *et al.*, 2006). Neste contexto, a altitude foi, por exemplo, o parâmetro que apresentou mais importância relacionada no padrão de distribuição de peixes na bacia do rio Iguatemi (Súarez, Petrere-Júnior, 2007). Contudo, existem diferenças específicas a cada área, as quais são os resultados da combinação de parâmetros com o gradiente altitudinal e as peculiaridades regionais (Körner, 2007).

Além da altitude, o volume de vazão de água para um determinado ponto também exerce grande influência nos padrões distribuição de peixes. O volume de água, dentre outras características, está fortemente relacionado com a riqueza de espécies em rios tropicais (Garutti, 1988). Na medida em que diminui a altitude do rio, este tende a um aumento na área de superfície e na profundidade (Schlosser, 1987), aumentando o volume de água e a área para que peixes maiores possam se estabelecer (Vázquez *et al.*, 1979). Entretanto, embora outros condicionantes como pH e oxigênio dissolvido sejam também importantes no padrão de distribuição de espécies, o uso exclusivo de fatores simples e de fácil acesso através de Sistemas de Informação Geográfica permite a extrapolação de modelos para áreas pouco ou não amostradas, caracterizando-se como vantagem metodológica em iniciativas de modelagem ambiental (Alves, Fontoura, 2009, Matthews *et al.*, 1992; Pouilly *et al.*, 2006).

Dentre as espécies consideradas como migradoras de grande distância nas principais bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul, destacam-se o dourado *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816), o grumatã *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836), e a piava *Megaleporinus obtusidens* (Valenciennes, 1836), as quais já foram estudadas de forma independente para as bacias Jacuí, Camaquã e Uruguai (Alves, Fontoura, 2009; Rodrigues *et al.*, 2011; Barradas *et al.*, 2012). Desta forma, este projeto visa desenvolver modelos preditivos integrados, utilizando diferentes métodos, para comparação e assim obter a previsão de distribuição de cada espécie de peixe migrador, no qual sejam identificados os parâmetros de influência, assim como a interação entre eles, de forma que se possa extrapolar os modelos resultantes para outras áreas de potencial presença.

### **1.1. Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul**

O estado do Rio Grande do Sul possui uma densa malha hidrográfica, sendo que a maioria dos rios se encontra em áreas de planalto com grande número de corredeiras e quedas d'água (Justus, 1990).

A bacia hidrográfica do rio Camaquã está inserida na porção centro-leste do estado do Rio Grande do Sul e pertence Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas, na qual abrange uma área de 21.657 Km<sup>2</sup>, com população total estimada de 356 mil habitantes, compreendendo total ou parcialmente 28 municípios. Esta bacia encontra-se sob dois grandes domínios geomorfológicos, Escudo Sul-rio-grandense e a Planície Costeira Gaúcha. O clima é definido com temperaturas médias mensais que indicam estações bem definidas. Ou seja, inverno com temperaturas baixas, verão com temperaturas altas, outono e primavera com temperaturas amenas, apresentando

distribuição uniforme das chuvas ao longo do ano, sem uma estação seca bem definida (SEMA, 2016).

A bacia Jacuí é formada pelas áreas de drenagem dos rios Vacacaí, Vacacaí-Mirim, Pardo, Taquarí-Antas e o próprio Jacuí, além de pequenos mananciais, podendo ser considerada uma das bacias hidrográficas mais importantes do Estado do Rio Grande do Sul, com área de 71,600km<sup>2</sup>. A bacia do rio Jacuí, isoladamente, apresenta uma área de drenagem de 1.600 km<sup>2</sup>, contribuindo com 83,5% das águas formadoras do Lago Guaíba ([www.fepam.rs.gov.br/qualidade/Jacuí.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/Jacuí.asp)). Um total de 65 municípios do Estado do Rio Grande do Sul é banhado pela bacia do Jacuí: 36 pelo Alto Jacuí, na região do Planalto Médio e 29 pelo Baixo Jacuí, nas regiões de Depressão Central e Encosta Inferior do Nordeste. A área de drenagem da sub-bacia hidrográfica do Rio Pardo é de 3.658,34 km<sup>2</sup>, com extensão de 115 km nas regiões de Depressão Central e Planalto Médio, abrangendo um total de 13 municípios do Estado ([www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-pardo](http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-pardo)). Entre os principais cursos d'água dessa bacia está o rio Pardinho. A sub-bacia dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim ocupa uma área de 10.077,34 km<sup>2</sup> nas regiões fisiográficas da Depressão Central e da campanha. Os dois rios são independentes e tributários do rio Jacuí, banhando um total de 15 municípios do Rio Grande do Sul ([www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-vacacai-vacacai-mirim](http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-vacacai-vacacai-mirim)). O Rio das Antas nasce no Planalto, a mais de 1.200 m de altitude, passando a chamar-se Taquarí na confluência com o Rio Turvo. A sub-bacia do Taquarí-Antas abrange uma superfície de 26.428 km<sup>2</sup>, localizando-se nas regiões de Planalto Médio, Campos de Cima da Serra, Encostas Superior e Inferior do Nordeste ([www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade\\_taquari\\_antas/taquariantas.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp)). O Rio dos Sinos nasce na serra de Caará em altitudes superiores a 600 metros e percorre um percurso de 190 quilômetros, desembocando no Delta do Jacuí. A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos tem uma área de 3.746,68 km<sup>2</sup>, e envolve, total ou parcialmente, 32 municípios. Os principais afluentes do Rio dos Sinos são os Rios Rolante e Paranhana, além de diversos arroios ([www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinos](http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinos)). A bacia hidrográfica do Rio Caí equivale a 1,79% da área do Estado do Rio Grande do Sul, correspondendo a uma área de 4.945,70 km<sup>2</sup>. Localiza-se entre a depressão central e o planalto brasileiro, com população estimada em 489.746 habitantes ([www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-cai](http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-cai)).

A bacia do rio Uruguai está localizada dentro da bacia do rio da Prata, possuindo 2.200 quilômetros de extensão (Zaniboni-Filho, Schultz, 2003). O rio Uruguai delimita a fronteira entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e após a confluência com o rio Peperi-Guaçu, delimita a fronteira entre o Brasil e Argentina, até receber a afluição do rio Quaraí, o qual limita o Brasil e o Uruguai. A bacia apresenta uma área de cerca de

384.000km<sup>2</sup>, dos quais 174.494 km<sup>2</sup> estão situados em território brasileiro, equivalente a 2% do território nacional, dos quais aproximadamente 130.000 km<sup>2</sup> no Estado do Rio Grande do Sul e 45.000 km<sup>2</sup> no Estado de Santa Catarina. Dentro do território brasileiro a população é de aproximadamente de 3,8 milhões, em 384 municípios. A região possui um relevo com grande declividade, tendo cotas variando de 160m até 1.800m acima do nível do mar (Paim, Ortiz, 2006). O clima da Região Hidrográfica do Uruguai é subtropical, apresentando uma regular distribuição intra-anual de chuvas, porém com alguma elevação no período de maio a setembro, coincidindo com o inverno. De acordo com o Documento Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos, a precipitações anuais variam de 1800mm nas cabeceiras do planalto, para 1300mm na fronteira Brasil-Uruguai. A temperatura média anual varia entre 16 e 20°C, e evapotranspiração média anual é de 1.041mm. O rio possui vazão média anual de 3600 m<sup>3</sup>/s e volume médio anual de 114 km<sup>3</sup> (Paim, Ortiz, 2006), possuindo variação no nível das águas dependendo da época do ano (Zaniboni-Filho, Schultz, 2003).

## 1.2. Espécies Migradoras

*Salminus brasiliensis*, popularmente conhecido como dourado, é um peixe de piracema, reofílico, caracterizado por sua grande capacidade migratória, podendo atingir até um metro de comprimento e 30 kg de massa (Godoy, 1975a). A reprodução ocorre entre dezembro até fevereiro nos trechos mais altos dos rios, em épocas de cheias e de temperaturas mais altas (Carosfeld, Harvey, 2003). O dourado pode percorrer até 400 km durante o período reprodutivo (Hahn, 2007). A desova é concomitante com a de outras espécies migradoras, já que as larvas de dourados se alimentam de larvas de outras espécies (Reis *et al.*, 2003). Após a desova, na migração trófica, retornam aos trechos mais baixos dos rios (Godoy, 1975a; Zaniboni-Filho, Schultz, 2003). O dourado é considerado como uma espécie vulnerável no Rio Grande do Sul (Reis *et al.*, 2003). Na bacia do rio Jacuí (RS), seu limite de distribuição de montante é por volta de 280m de altitude e áreas de bacia superiores a 500 km<sup>2</sup> (Alves, Fontoura, 2009). Na bacia do Camaquã a espécie apresentou uma distribuição com limite de montante inferior a 78 m, porém com ocorrência em área de bacias com mais de 2980 km<sup>2</sup> (Rodrigues *et al.*, 2011). Na região hidrográfica do rio Uruguai, *S. brasiliensis* apresentou-se como a espécie menos exigente quanto a volume de água, ocupando segmentos de rio com áreas de bacia pouco maiores que 1000 km<sup>2</sup> e teve ocorrência prevista em até 450m (Barradas *et al.*, 2012).

*Prochilodus lineatus*, conhecido regionalmente como grumatã ou curimatã, possui grande potencial pesqueiro (Almeida *et al.*, 1993), estando presente em praticamente todos os rios do Rio Grande do Sul (Bertoletti, 1987), sendo caracterizado

como a espécie de maior biomassa sustentando a pesca comercial na bacia do rio Uruguai (Zaniboni-Filho, Schultz, 2003). O grumatã é um peixe iliófago (Furuya, 2001; Capeleti, Petrete, 2006) e sua reprodução normalmente ocorre uma vez por ano, com picos de migração ascendente entre os meses de setembro até outubro (Resende, 1992; Capeleti, Petrete, 2006), em fenômeno condicionado pela dinâmica da correnteza fluvial, já que não ocorre a desova naturalmente em águas paradas (Godoy, 1975b). Na bacia do rio Camaquã, o grumatã teve ocorrência em altitudes de até 160 m e presença em áreas de bacia de mais de 2860 km<sup>2</sup> (Rodrigues *et al.*, 2011). Já na bacia do Jacuí (RS), seu limite de montante é por volta de 290m de altitude e áreas de bacia superior a 500 km<sup>2</sup> (Alves, Fontoura, 2009). Na bacia do rio Uruguai, *Prochilodus lineatus* apresentou como limite de ocorrência de montante área de bacia de 1150 km<sup>2</sup> (Barradas *et al.*, 2012).

*Megaleporinus obtusidens* (Valenciennes, 1836), popularmente conhecido como piava, também é considerado como grande migrador, tendo preferência por ambientes profundo e correntosos (Bertoletti, 1987). É uma espécie de habito alimentar onívoro, alimentando-se preferencialmente por moluscos e insetos (Zaniboni-Filho, Schultz, 2003). O processo de maturação gonadal ocorre a partir de setembro e se estende até outubro onde aumenta o número de indivíduos em processo de maturação completa, sendo assim um processo assíncrono, com dominância de ovócitos maduros com distintos graus de desenvolvimento. O processo de reprodução se encerra entre janeiro e fevereiro, durante o período de cheias, onde podem ser capturadas larvas da espécie (Oldani, 1992). Na bacia do rio Jacuí (RS), seu limite de montante é por volta de 300 m de altitude e áreas de bacia superior a 200 km<sup>2</sup> (Alves, Fontoura, 2009). Em comparação com a bacia do Camaquã, seus limites são menores, com ocorrência a partir de 370 km<sup>2</sup> de área de bacia e com limite de 150 m de altitude (Rodrigues *et al.*, 2011). Na bacia do rio Uruguai, *M. obtusidens* foi a espécie que apresentou os mais extensos limites de montante, ultrapassando 500m de altitude, ao mesmo tempo em que se revelou a espécie mais exigente com relação ao volume de água, necessitando de pelo menos 1300 km<sup>2</sup> de área de bacia como limite mínimo de ocupação (Barradas *et al.*, 2012).

### **1.3. Modelagem de Distribuição**

Modelos probabilísticos de distribuição de espécies têm sido aplicados como ferramentas para planejamento e conservação do meio ambiente (Guisan, Thuiller, 2005; Pearson, 2010), para prever os impactos das mudanças climáticas e ambientais, assim como no estudo da distribuição dos organismos (Lischke *et al.*, 1998; Clark *et al.*, 2001), servindo com importante ferramenta na identificação de prioridades e na tomada

de decisões para conservação (Margules, Austin, 1994; Pearce *et al.*, 2000a; Elith *et al.*, 2011).

Para seu uso efetivo, um modelo de distribuição deve permitir a estimativa da probabilidade de ocorrência de uma determinada espécie em função de variáveis ambientais com capacidade preditiva (Pearce, Ferrier, 2000b). Dentre as ferramentas estatísticas disponíveis, destacamos as regressões logísticas (LOGIT) e os modelos de máxima entropia (MaxEnt).

O emprego de regressões logísticas tem sido amplamente utilizado para realizar modelagem de espécies, pois permite a predição probabilística de ocorrência a partir de uma matriz de preditores que pode incluir variáveis binárias, ordinais e escalares (Porter *et al.*, 2000; Bewick *et al.*, 2005). Em muitos casos, a modelagem de distribuição tem se baseado poucos descritores ambientais, usualmente derivados de sistemas de informação geográfica para aplicação em larga escala (Matthews *et al.*, 1992; Pouilly *et al.*, 2006; Alves, Fontoura, 2009, Barradas *et al.*, 2012). A título de exemplo, Alves, Fontoura (2009), Rodrigues *et al.*, 2011 e Barradas *et al.*, (2012) modelaram a distribuição de peixes migradores nas bacias Jacuí, Camaquã e Uruguai, através de regressões logísticas, empregando apenas altitude e área de bacia como descritores ambientais, com resultados de aderência superiores a 80% em relação a ocorrência verificada. Para aplicação, entretanto, o uso de regressão logística exige a disponibilidade de dados tanto de presença como de ausência, exigindo programas de amostragem que minimizem os efeitos indesejados do registro de falsas ausências.

Com a crescente disponibilidade de dados de ocorrência proporcionados por coleções de museus e herbários, tem sido explorado cada vez mais métodos que não necessitam de dados de ausência, visto a dificuldade e alto custo de se obter dados concretos de ausência. Neste contexto, o método de máxima entropia aplicado através do software MaxEnt tem sido amplamente usado para modelagem de nicho e de distribuição de espécies. A partir de um conjunto de gradientes ambientais e confirmações de ocorrência georreferenciadas, o modelo tem como resposta uma distribuição de probabilidades de ocorrência para cada pixel de informação da região em estudo, com base na identificação de funções de resposta para cada variável ambiental selecionada (Anderson *et al.*, 2003; Phillips *et al.*, 2006; Elith *et al.*, 2011).

Neste contexto, o presente trabalho objetiva o desenvolvimento de modelos preditivos de ocorrência em múltiplas bacias para *S. brasiliensis*, *P. lineatus* e *M. obtusidens*, à partir da matriz de dados disponíveis para as bacias dos rios Jacuí, Camaquã e Uruguai, comparando os resultados das aderências obtidas com os modelos gerados através da regressão LOGIT e de máxima entropia com os modelos já

publicados na literatura, analisar as nuances que cada modelo pode apresentar utilizando os mesmos fatores ambientais para cada espécie.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os registros de ocorrência das três espécies de interesse deste projeto, *Salminus brasiliensis*, *Prochilodus lineatus* e *Megaleporinus obtusidens*, provem de projetos realizados anteriormente em bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a partir de entrevistas realizadas com pescadores locais e moradores antigos da região. O conjunto de dados disponíveis consistiu de 27 entrevistas na bacia Camaquã (Rodrigues *et al.*, 2011), 147 na bacia Jacuí (Alves, Fontoura, 2009) e 202 na bacia do rio Uruguai (Barradas *et al.*, 2012), totalizando de 376 entrevistas (Figura 1). Excluindo entrevistas duplicadas ou duvidosas para confirmação dos pontos, se obteve 341 pontos de amostragens para *S. brasiliensis*, com 139 pontos de presença e 202 de ausências confirmadas, *P. lineatus* teve um total de 324 pontos de amostragens, com 143 presenças e 181 ausências confirmadas, *M. obtusidens* teve 336 pontos de amostragens, onde 132 de presença e 204 de ausências confirmadas (Tabela discriminada com todos os pontos de amostragem, apresentando o valor das variáveis, anexo 1).

Complementarmente, foi efetuado o levantamento das espécies de interesse no site <http://www.splink.org.br>, que cataloga informações de diversas universidades e instituições de pesquisa, obtendo assim 46 pontos adicionais de informação de presença das espécies de interesse. Também foram disponibilizados dados da coleção da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul que adicionou outros seis pontos de ocorrência (todos os pontos adicionais descrito no anexo 2).

Para ajuste dos modelos de probabilidade de presença partiu-se de um Modelo Digital do Terreno (MDT, <http://srtm.csi.cgiar.org>), com altitude radar (m) em pixels de 94 por 94 m no sistema de coordenadas geográficas WGS84, o qual foi recortado para as bacias de interesse (Figura 2, escala de cinza). Empregou-se o software IDRISI Andes 17.0 (Clark Labs, 2012) para criar um modelo de área de bacia de montante. Para tal, o MDT foi homogeneizado utilizando-se a função *Filter min 3x3*, seguindo do processo *Pit removal*, que estabelece caminhos de elevação monotonicamente decrescentes, e executando a função *Runoff* para calcular a área de drenagem em número de pixels, valor corrigido para km<sup>2</sup> (Figura 2, escala de cores).

A partir do MDT de área de bacia, foi criada a rede hidrográfica binarizada, com valores 1 para os segmentos de rio e 0 para o restante da imagem (Figura 1). Posteriormente a hidrografia foi vetorizada no programa ArcGis para então efetuar-se a

extração de uma máscara das variáveis, tendo apenas os valores de interesse dentro da hidrografia, os quais foram empregados para o ajuste dos modelos LOGIT e MaxEnt. A regressão logística de estimativa de presença foi ajustada nos mesmos moldes do empregado por Alves, Fontoura (2009), através do software SPSS, utilizando o processo de *backward wald*.

$$P = e^{(b_0+b_1.x_1+b_2.x_2)} \cdot (1+e^{(b_0+b_1.x_1+b_2.x_2)})^{-1}$$

Onde:

P é a probabilidade de ocorrência da espécie (0-1);

x1 é o logaritmo natural da altitude (m);

x2 é o logaritmo natural da área de bacia (km<sup>2</sup>);

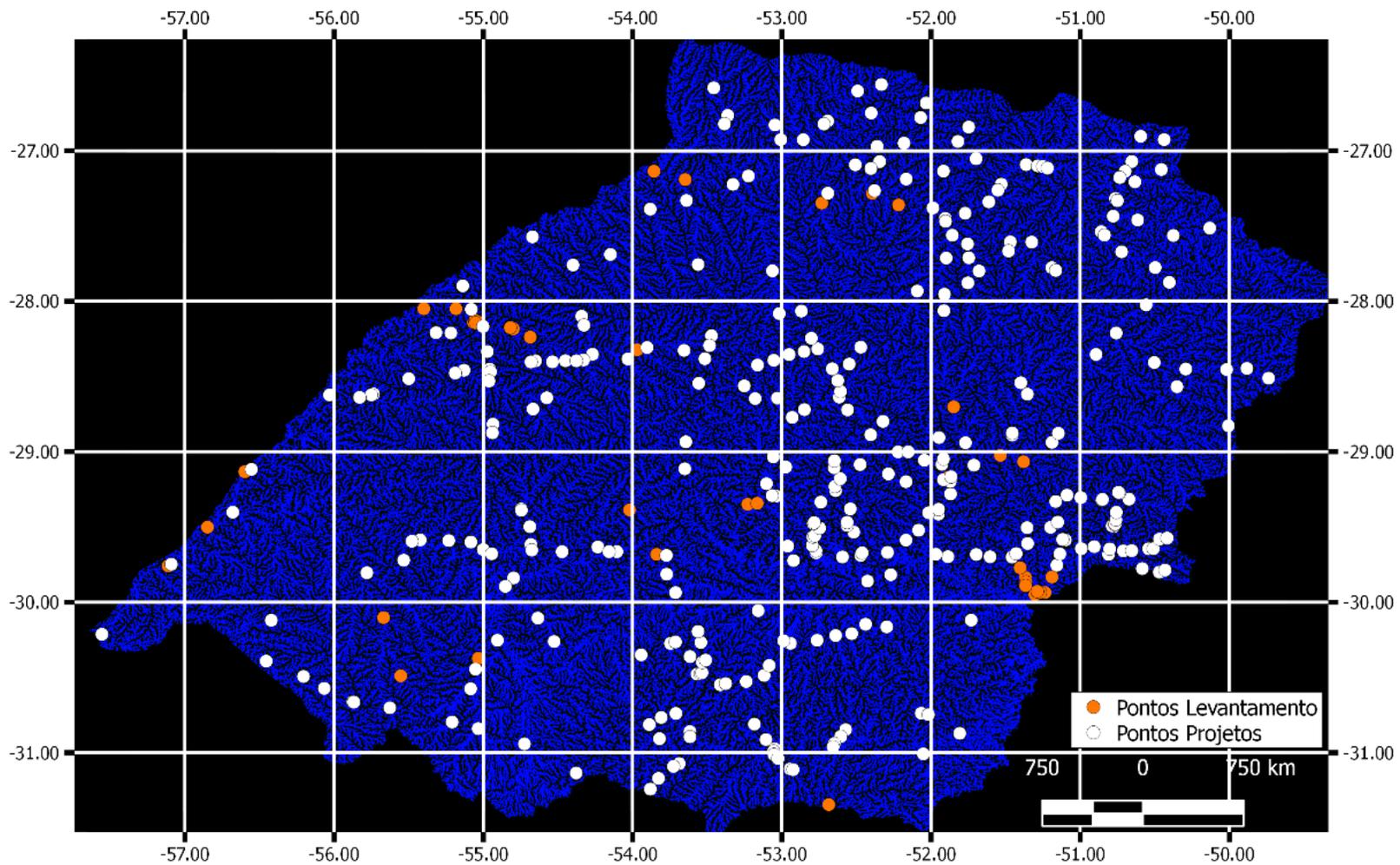
b0, b1 e b2 são coeficientes de calibração do modelo.

Para o ajuste do modelo LOGIT, apenas os dados derivados de entrevistas foram empregados. Considerando a predominância de pontos de ausência na matriz de dados, e com vistas à geração de um modelo não enviesado para especificidade, se estabeleceu o critério de equivalência no número de presenças/ausências, sorteando-se aleatoriamente um total de pontos de ausência equivalente ao número de pontos de presença para cada espécie.

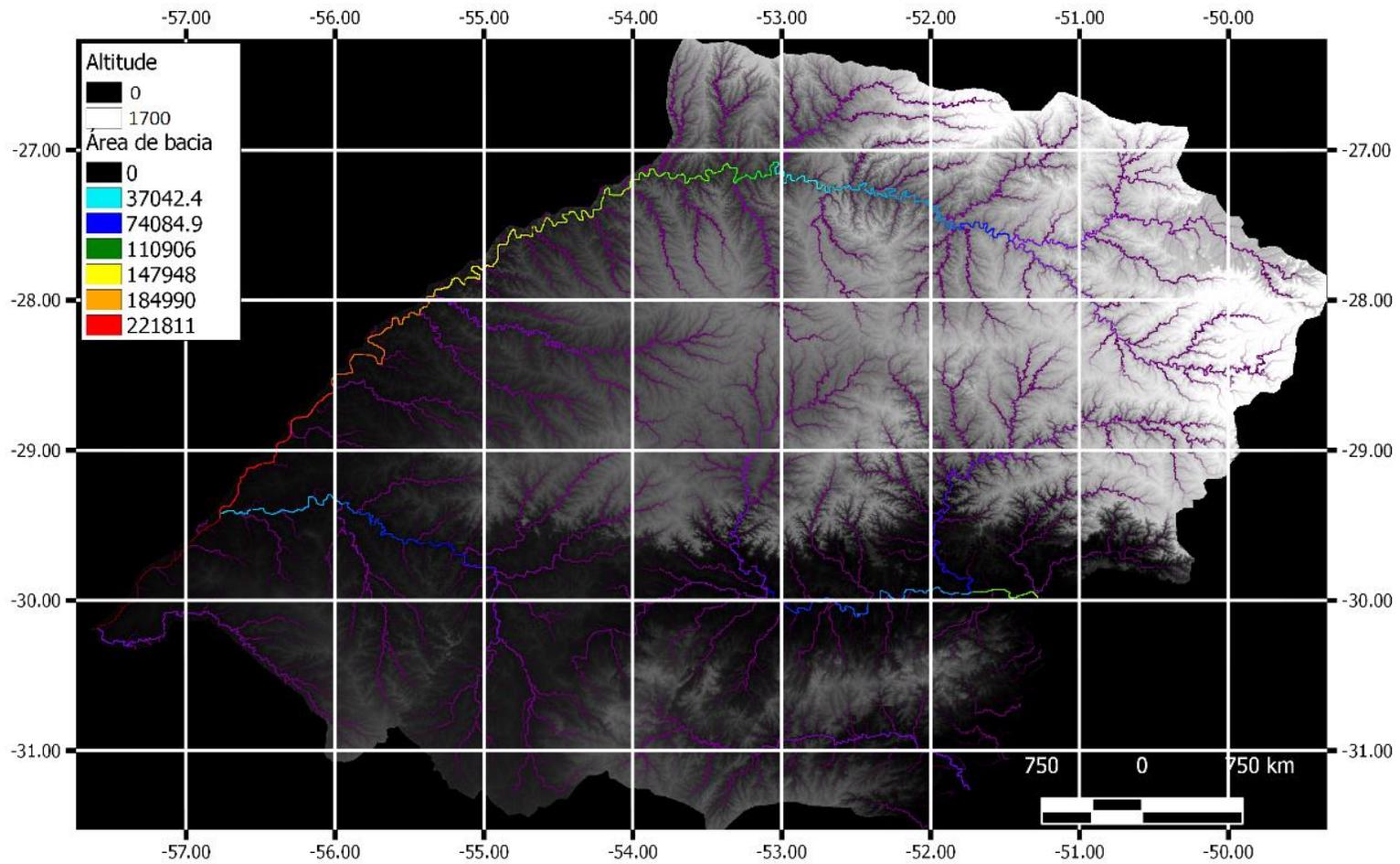
Para realizar a regressão, as imagens das variáveis geomorfológicas de altitude e área de bacia foram logaritimizadas, sendo os valores em cada ponto extraídos dos modelos digitais de altitude e área de bacia conforme Figura 2. Após estimados os descritores e calculado os coeficientes, os mapas de probabilidade de presença para as três espécies foram construídos utilizando a rotina de operação matemática de imagem do software IDRISI Andes, aplicando-se a regressão sobre as camadas de altitude (ln) e área de bacia (ln) como variáveis independentes.

Somando-se a matriz amostral dos projetos das bacias Uruguai, Jacuí e Camaquã (dados apenas de presença; Barradas *et al.*, 2012; Alves, Fontoura, 2009; Rodrigues *et al.*, 2011) com as presenças registradas na plataforma speciesLink e FZBRS, foram ajustados modelos de distribuição presumida através da técnica de máxima entropia através do software MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006).

Inicialmente, os pontos de ocorrência foram convertidos no programa QGIS 2.18.21 e georreferenciados sobre os mapas das variáveis, sendo posteriormente inseridos no programa MaxEnt 3.4.0 para então criar-se um mapa de distribuição presumida para cada espécie ao longo das três bacias (Stockwell, Peters, 1999; Anderson *et al.*, 2003; Phillips *et al.*, 2006; Elith *et al.*, 2011). A partir das variáveis contínuas de altitude e área de bacia já logaritimizadas, foram realizadas 15 réplicas para cada espécie, utilizando teste de porcentagem aleatória de 25% para validação interna, e selecionando o método de saída logístico para a criação dos mapas (Phillips, Dudík, 2008).



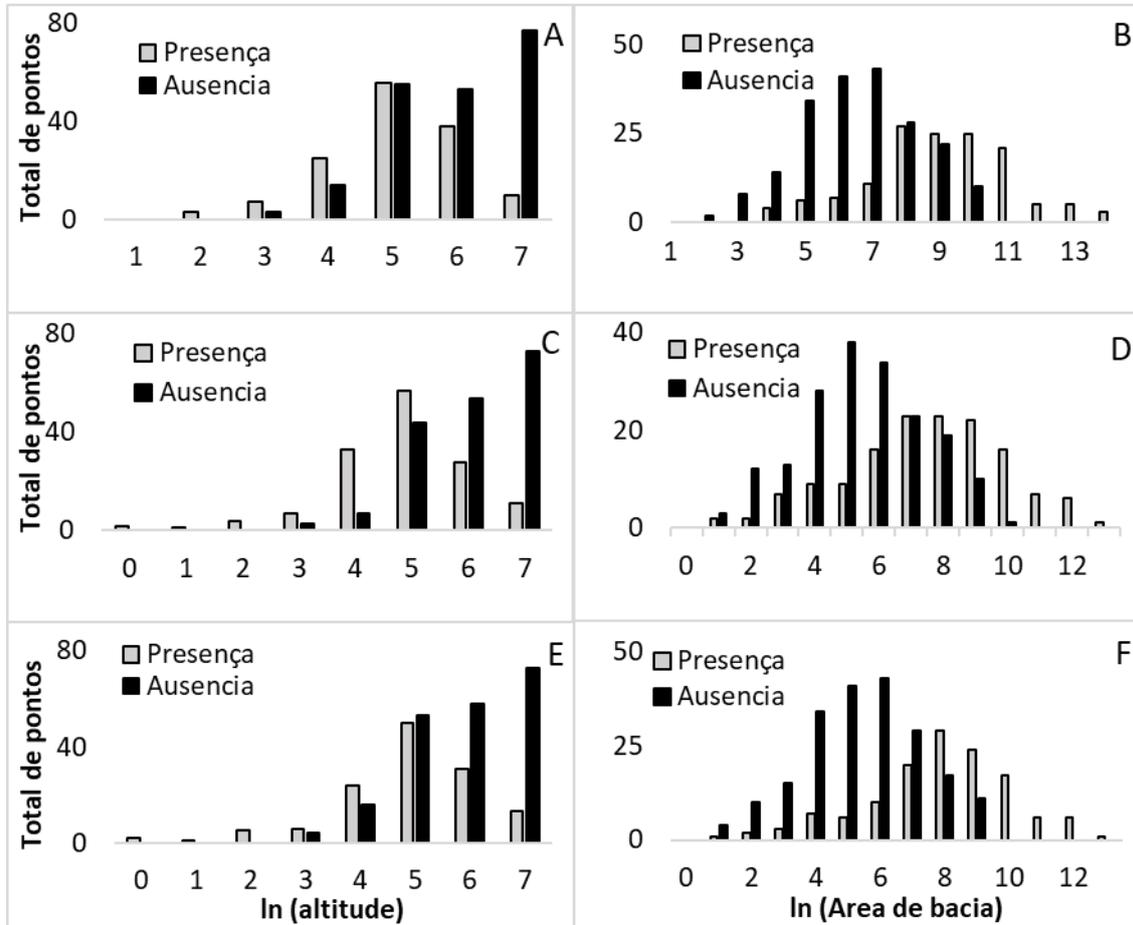
**Figura 1:** Compilado de todos os pontos amostrados nos três projetos (em branco), junto com os pontos levantados em acervos e disponibilizados (em Laranja), totalizando a matriz amostral.



**Figura 2:** Malha hidrográfica das bacias Uruguai, Jacuí e Camaquã em escala de cores proporcionais a área de bacia de montante (km<sup>2</sup>) projetadas por sobre modelo digital do terreno (MDT) em escala de cinza, com áreas em branco representando altitudes elevadas, de até 1800m (Weber *et al.*, 2004).

### 3. RESULTADOS

A distribuição de pontos para as três espécies manteve um mesmo padrão, com maior frequência de presença entre valores intermediários de altitude e com altos valores de área de bacia. Em relação a ausência, a distribuição dos pontos tende a altitudes maiores e em área de bacia de intermediária para baixa (Figuras 3).



**Figura 3:** total de pontos amostrados, sobre as variáveis geomorfológicas, ln de altitude e ln de Área de bacia, para cada espécie, *Salminus brasiliensis* (A e B), *Prochilodus lineatus* (C e D) *Megaleporinus obtusidens* (E e F).

#### 3.1. LOGIT

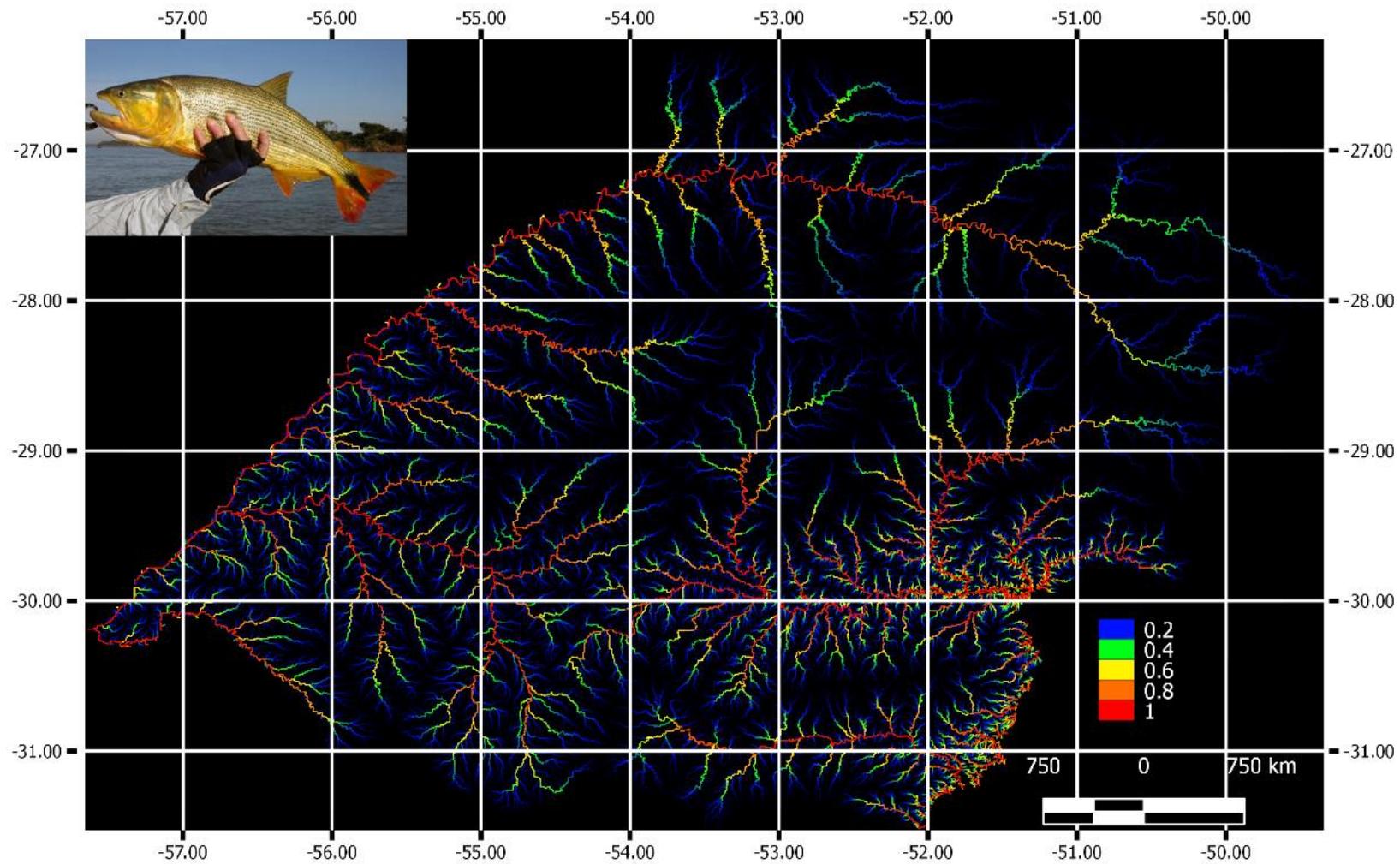
O modelo LOGIT utilizado foi ajustado de forma conjunta nas três bacias alvo do estudo para cada uma das três espécies de peixes migradores de grande porte. Os coeficientes de ajuste para o modelo LOGIT, estão descritos na tabela 1 para cada uma das espécies.

**Tabela 1:** Coeficientes do modelo LOGIT de distribuição ajustado para as três espécies em estudo. b0, b1 (altitude) e b2 (área de bacia) são coeficientes de calibração do modelo.

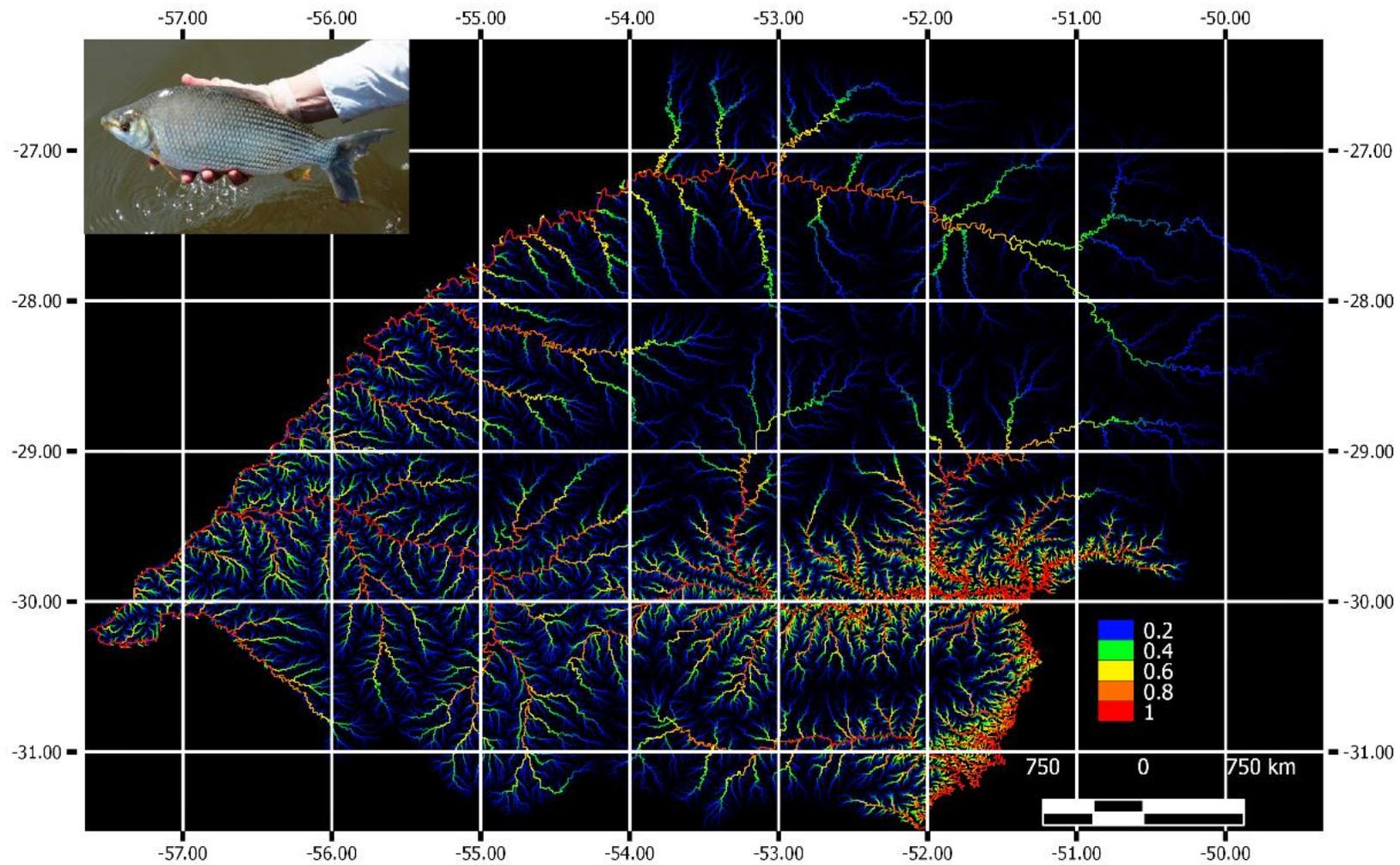
		B	S.E.	Wald	Sig.
<i>Salminus brasiliensis</i>	b <sub>0</sub>	0,581	0,834	0,485	0,486
	b <sub>1</sub>	-1,169	0,183	40,905	0,000
	b <sub>2</sub>	0,816	0,107	57,637	0,000
<i>Prochilodus lineatus</i>	b <sub>0</sub>	2,813	0,837	11,296	0,001
	b <sub>1</sub>	-1,293	0,179	52,266	0,000
	b <sub>2</sub>	0,569	0,089	41,261	0,000
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	b <sub>0</sub>	1,749	0,884	3,913	0,048
	b <sub>1</sub>	0,698	0,102	46,454	0,000
	b <sub>2</sub>	-1,252	0,188	44,095	0,000

A partir do modelo logístico ajustado, criou-se um mapa de distribuição presumida, calculando assim a probabilidade de ocorrência para cada espécie. As figuras 4 a 6 apresentam o resultado da regressão, utilizando as variáveis geomorfológicas de altitude (ln) e área de bacia (ln) em escala de 0 a 1 (zero % de probabilidade de ocorrência até 100%).

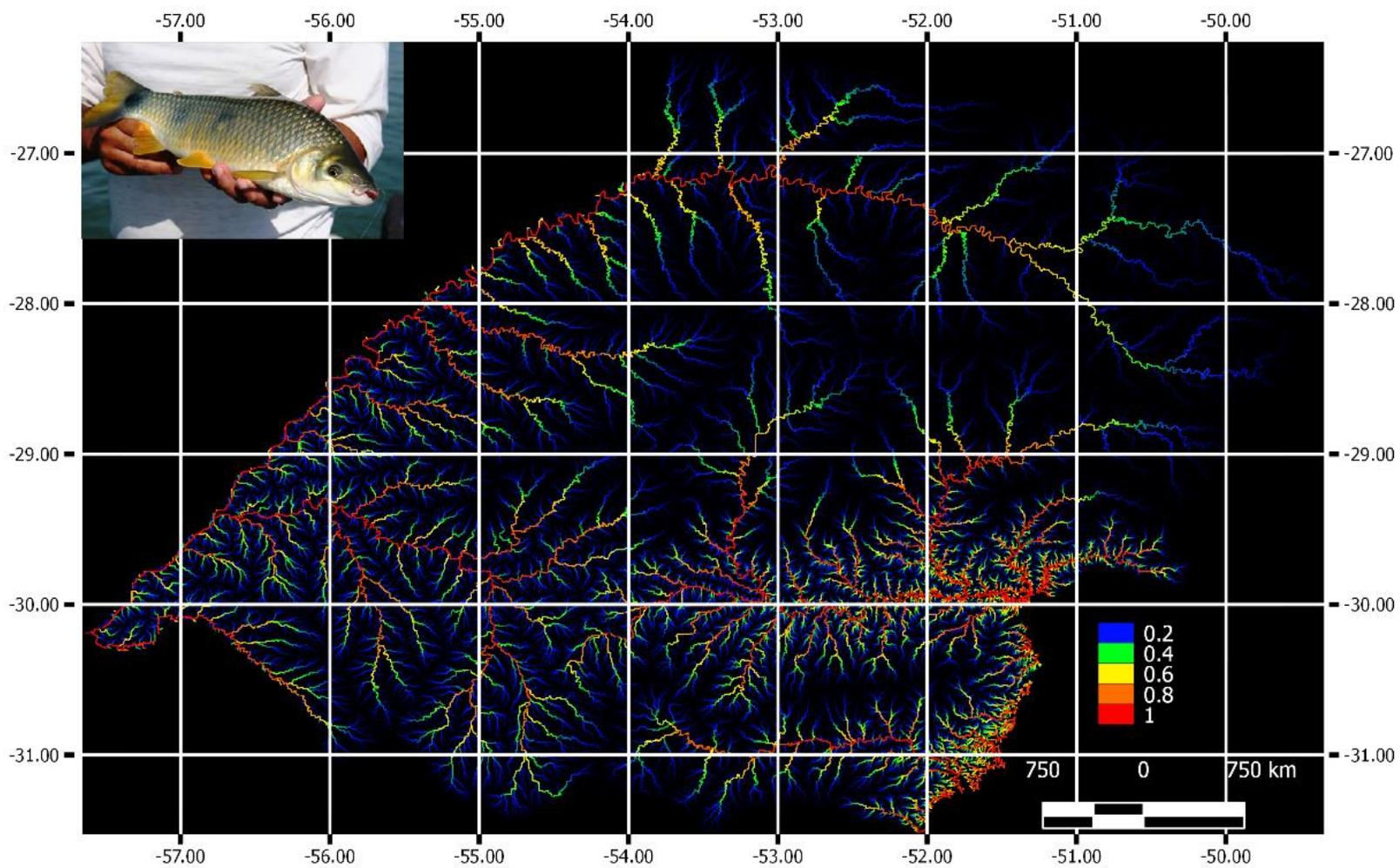
Com a distribuição dos pontos sobre os mapas resultantes da regressão logística, foi estabelecido um ponto de corte maior que 0,5 para confirmação de presença. Para apresentar o padrão que o modelo seguiu, as figuras 7 a 9 foram separadas por bacia para melhor visualização, onde apresentam uma probabilidade de presença de 0,5 de acordo com os modelos LOGIT ajustados para cada espécie e em cada bacia com seus respectivos conjuntos de amostragens, onde as bolhas representam os valores da regressão em cada ponto, mostrando a preferência do ajuste onde altas áreas de bacias têm maior probabilidade de ocorrência para os grandes peixes migradores, e em altas altitudes tende a ausência destas.



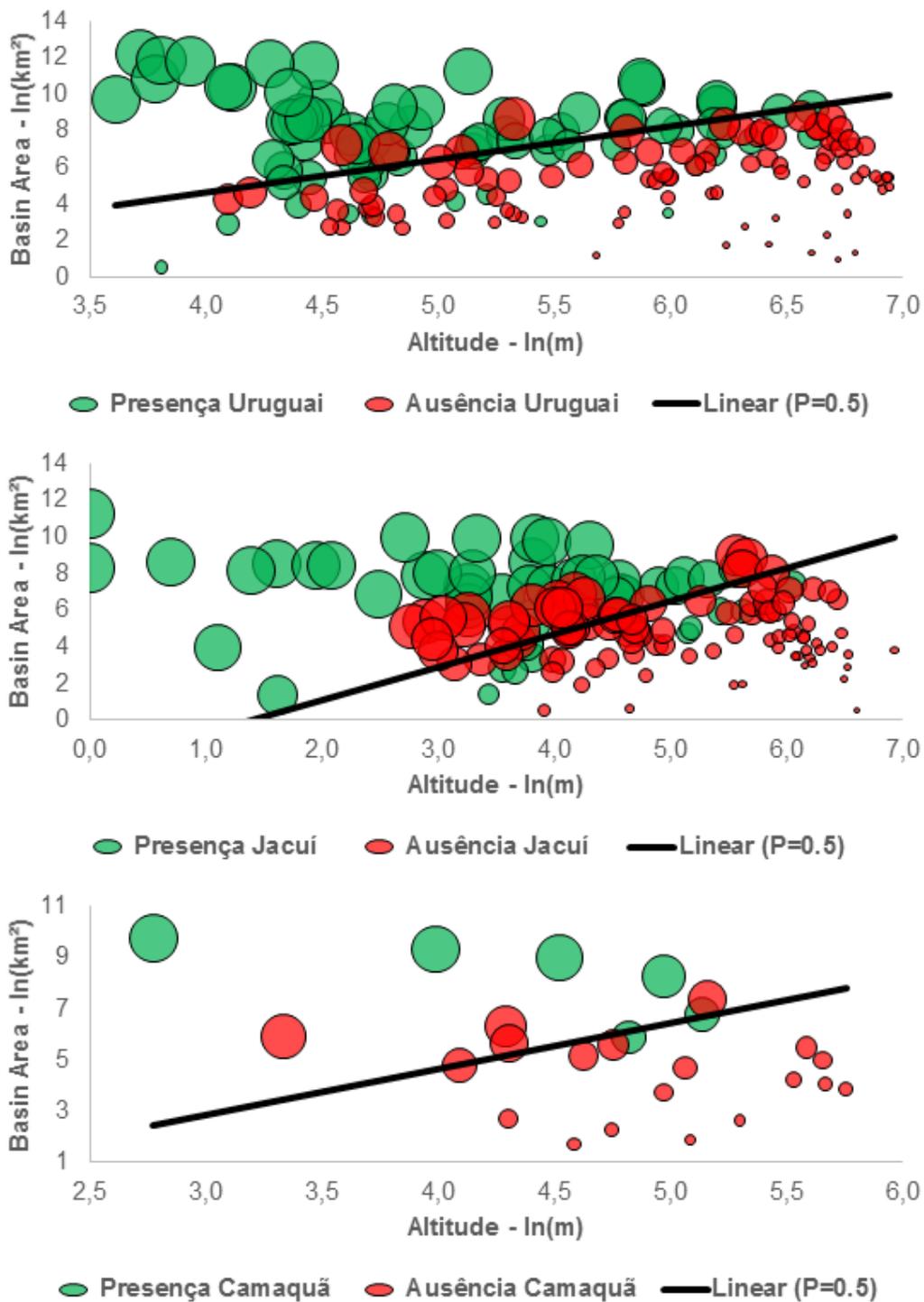
**Figura 4:** Mapa gerado a partir do modelo LOGIT de distribuição presumida para *Salminus brasiliensis*, nas três bacias hidrográficas de interesse.



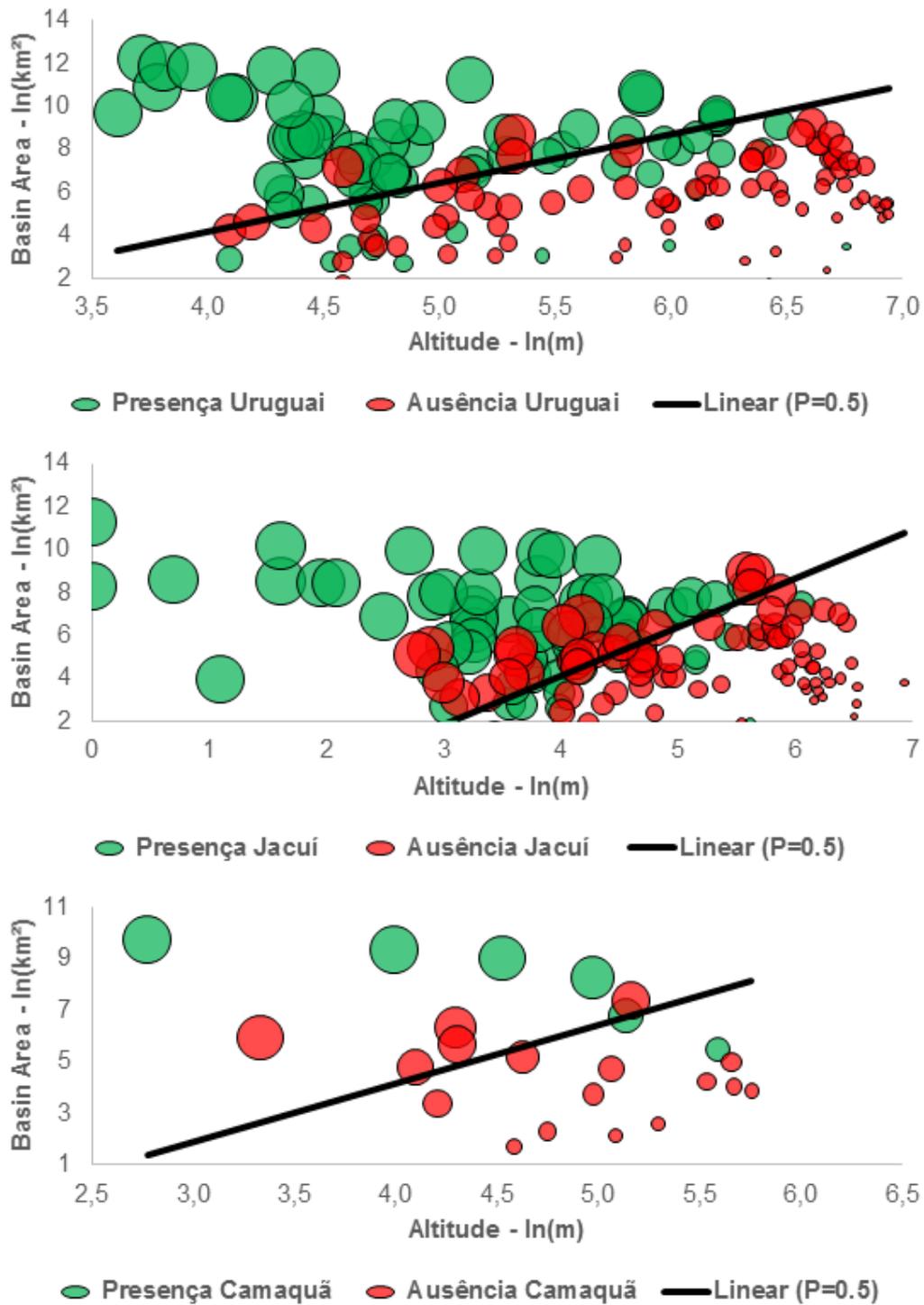
**Figura 5:** Mapa gerado a partir do modelo LOGIT de distribuição presumida para *Prochilodus lineatus*, nas três bacias hidrográficas de interesse.



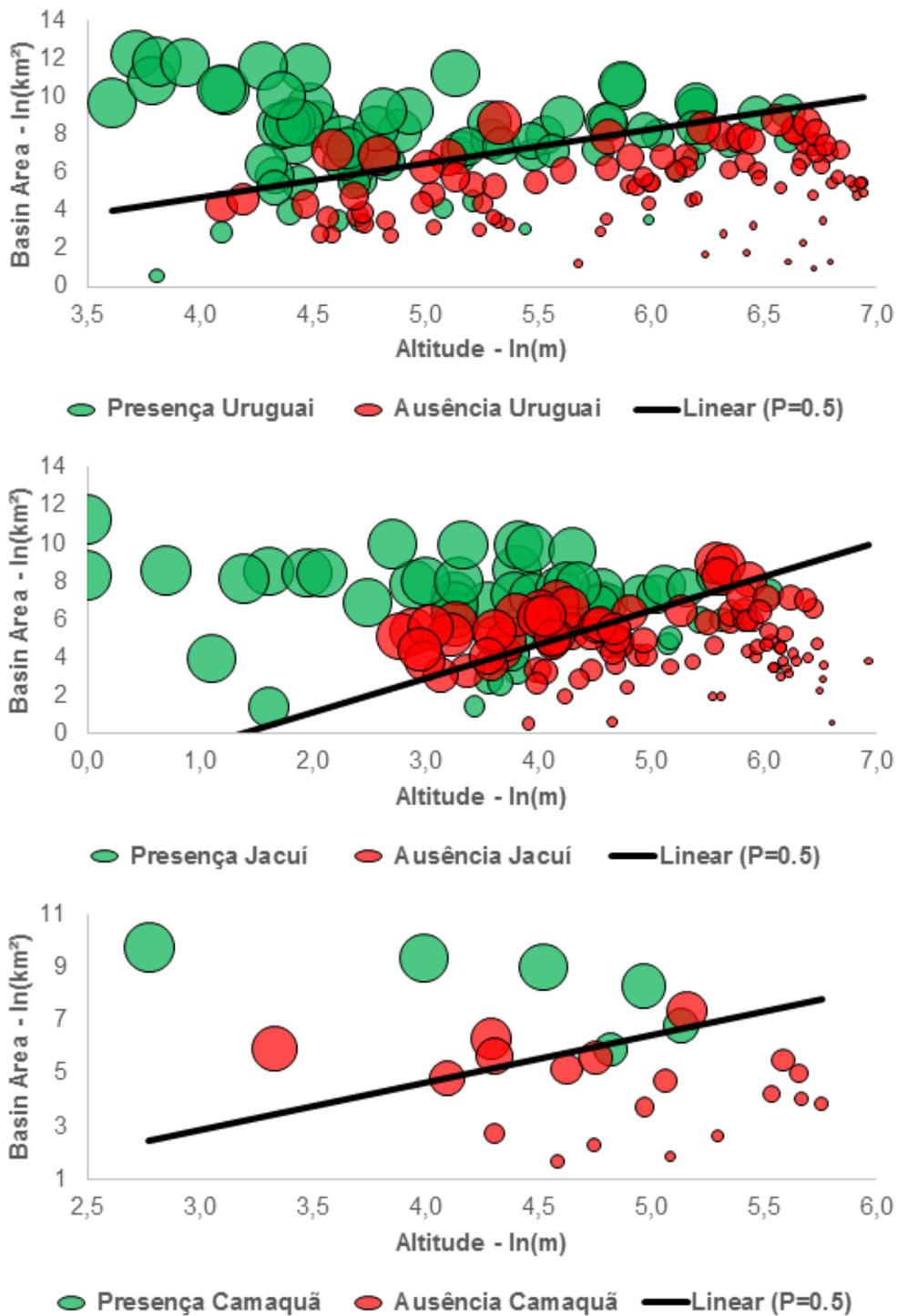
**Figura 6:** Mapa gerado a partir do modelo LOGIT de distribuição presumida para *Megaleporinus obtusidens*, nas três bacias hidrográficas de interesse.



**Figura 7:** Padrão de distribuição (presença/ausência) para *Salminus brasiliensis* em função da altitude (ln) e da área da bacia (ln) por bacia hidrográfica. O tamanho da bolha representa uma escala relativa de probabilidade de presença estimada pela função LOGIT; a linha de tendência representa o ponto de corte de presença estimada em 0,5; as bolhas em verde representam os pontos de presença verificada e em vermelho os pontos de ausência verificada em campo.



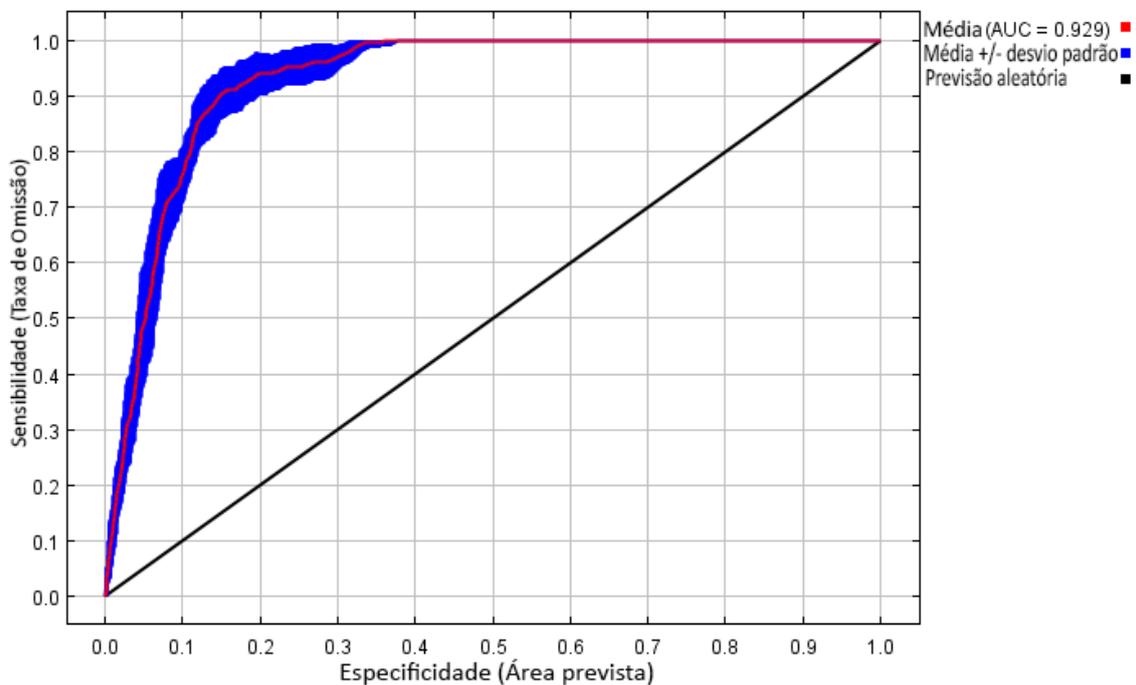
**Figura 8:** Padrão de distribuição (presença/ausência) para *Prochilodus lineatus* em função da altitude (ln) e da área da bacia (ln) por bacia hidrográfica. O tamanho da bolha representa uma escala relativa de probabilidade de presença estimada pela função LOGIT; a linha de tendência representa o ponto de corte de presença estimada em 0,5; as bolhas em verde representam os pontos de presença verificada e em vermelho os pontos de ausência verificada em campo.



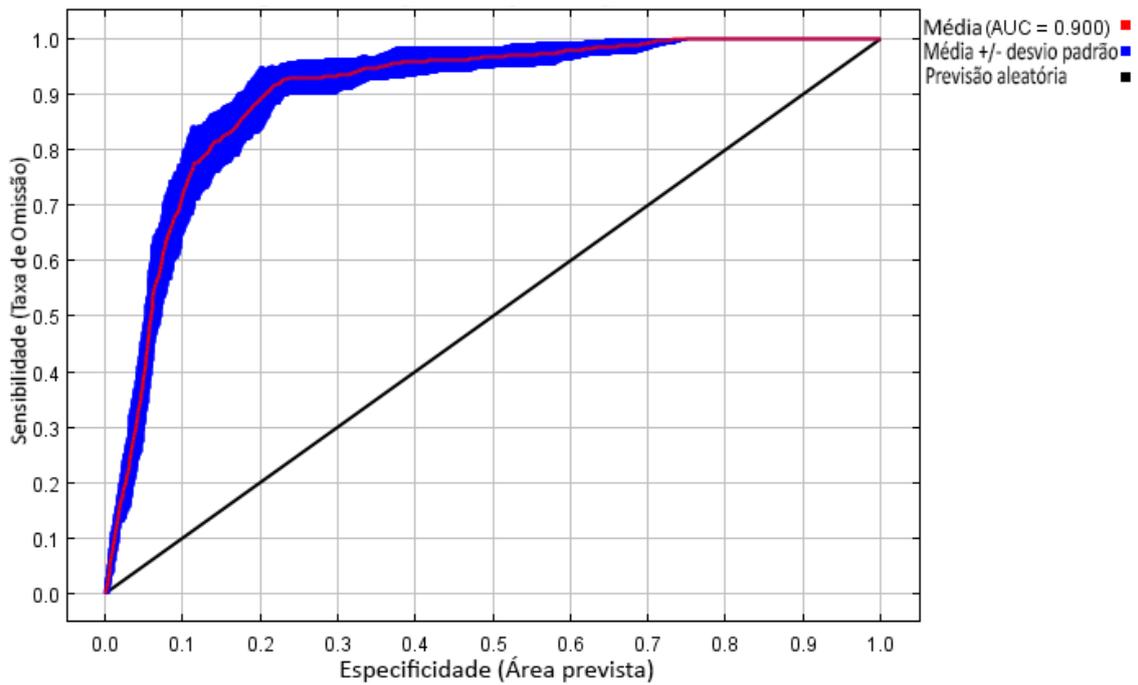
**Figura 9:** Padrão de distribuição (presença / ausência) para *Megaleporinus obtusidens* em função da altitude (ln) e da área da bacia (ln) por bacia hidrográfica. O tamanho da bolha representa uma escala relativa de probabilidade de presença estimada pela função LOGIT; a linha de tendência representa o ponto de corte de presença estimada em 0,5; as bolhas em verde representam os pontos de presença verificada e em vermelho os pontos de ausência verificada em campo.

### 3.2. MaxEnt

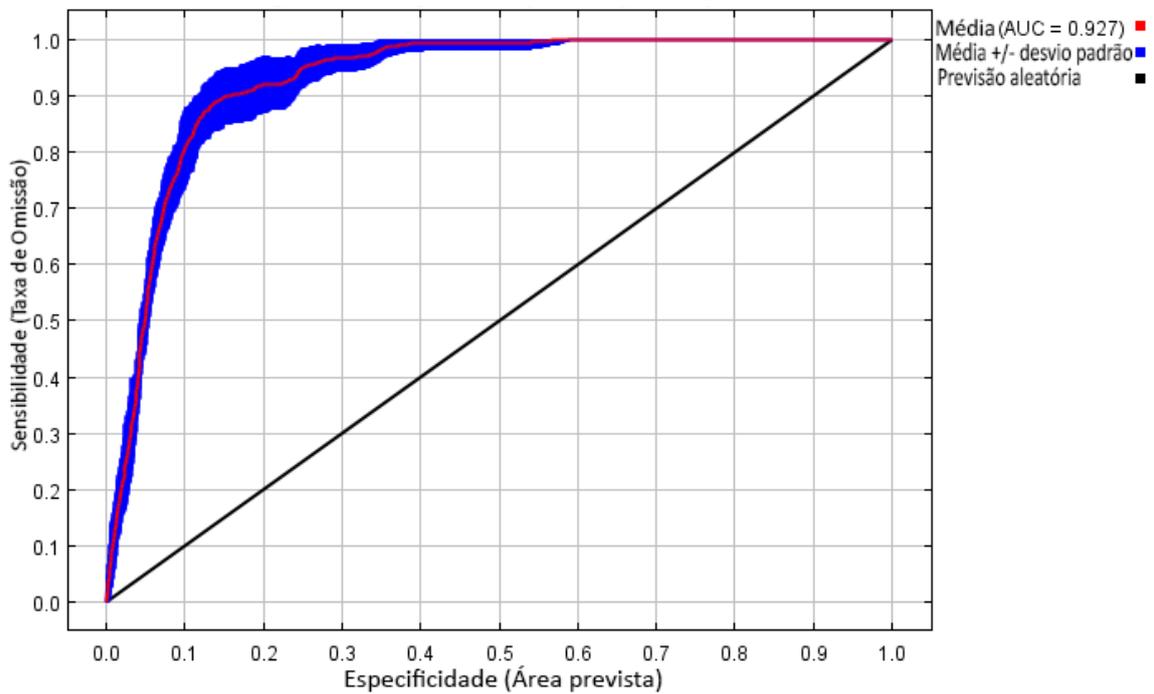
Os modelos ajustados através do programa MaxEnt resultaram em curvas ROC (Receiver Operating Characteristic), obtidos através da média das 15 replicações realizadas (Figuras 10 a 12). Os resultados da área sobre a curva (AUC) apresentaram valores elevados, considerado como excelente  $AUC \geq 0,9$  (Swets, 1988). O valor médio de AUC para as 15 réplicas executadas foi de 0.929 para *Salminus brasiliensis*, 0.9 para *Prochilodus lineatus* e 0.927 para *Megaleporinus obtusidens*, com desvio padrão de 0.012, 0.015 e 0.011 respectivamente.



**Figura 10:** Média de sensibilidade por especificidade do modelo MaxEnt para *Salminus brasiliensis*.

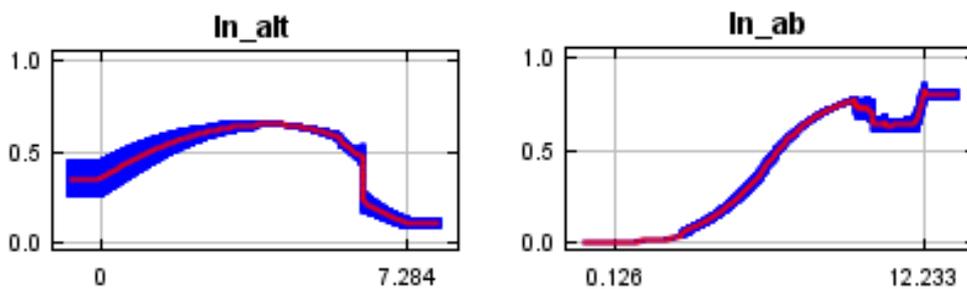


**Figura 11:** Média de sensibilidade por especificidade do modelo MaxEnt para *Prochilodus lineatus*

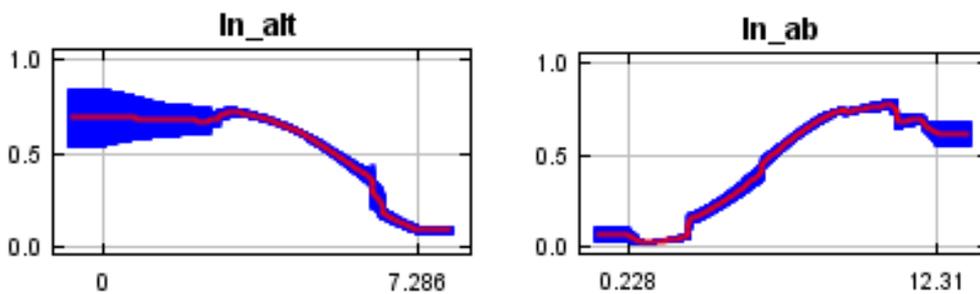


**Figura 12:** Média de sensibilidade por especificidade do modelo MaxEnt para *Megaleporinus obtusidens*

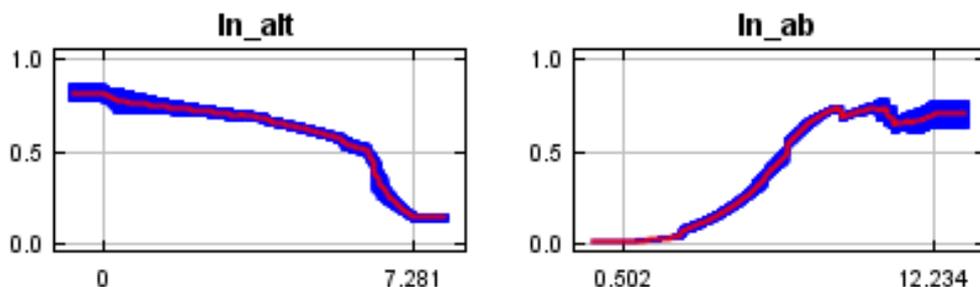
O modelo criado pelo programa MaxEnt, gerou curvas de respostas (Figura 13 - 15) as quais apresentam como cada variável geomorfológica afeta a previsão do modelo. Estas curvas mostram como a probabilidade de presença prevista muda à medida que cada variável geomorfológica é alterada, mantendo todas as outras variáveis geomorfológicas em seu valor médio de amostra. Seguindo o padrão apresentado no modelo LOGIT, os gráficos demonstram que a distribuição para as três espécies está correlacionada positivamente com elevadas área de bacia e menores altitudes, embora em respostas não lineares.



**Figura 13:** Resposta média a partir de 15 réplicas de ajuste do MaxEnt (vermelho) e o desvio padrão (azul) para *Salminus brasiliensis* para altitude (A) e área de bacia (B).



**Figura 14:** Resposta média a partir de 15 réplicas de ajuste do MaxEnt (vermelho) e o desvio padrão (azul) para *Prochilodus lineatus* para altitude (A) e área de bacia (B).



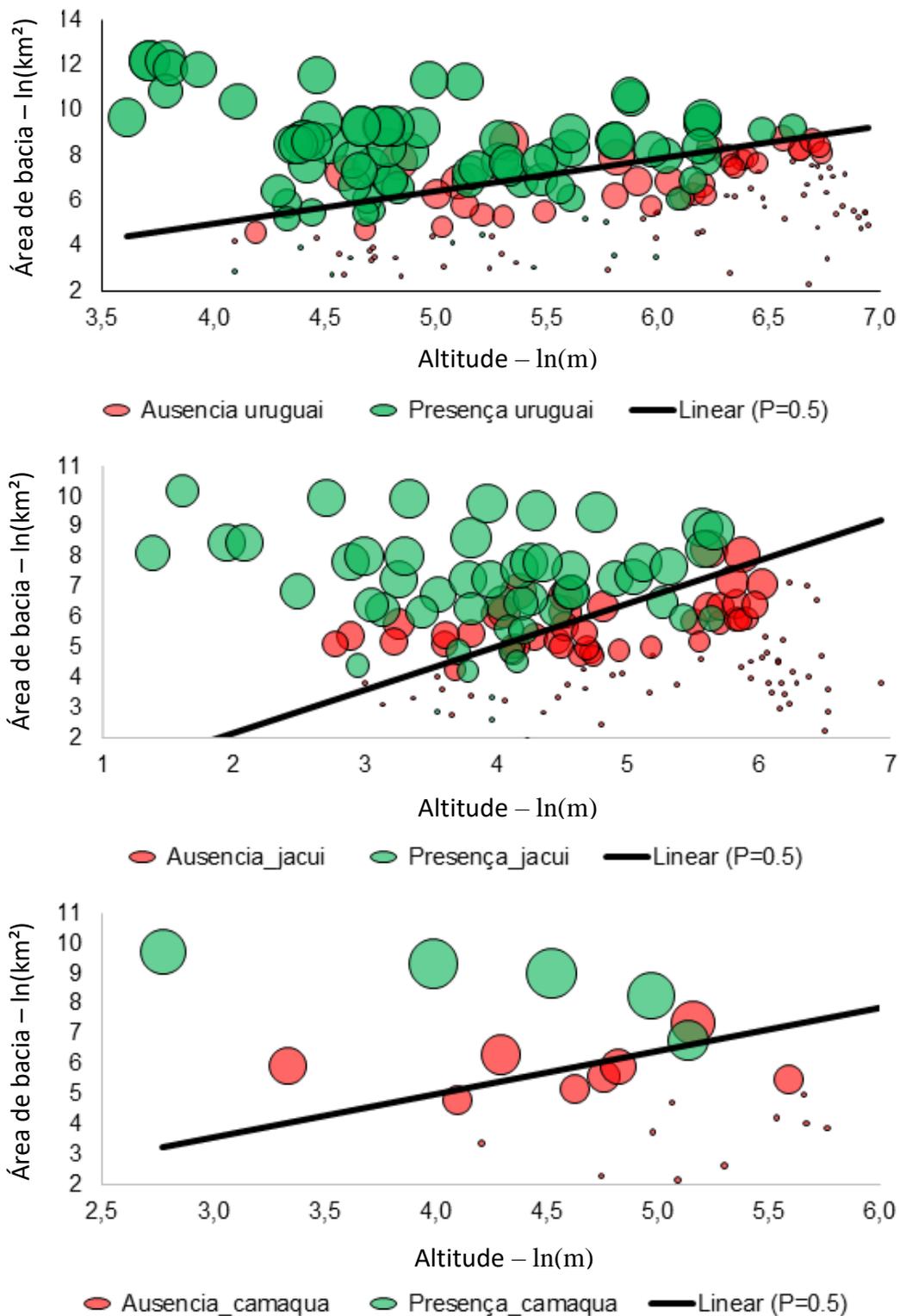
**Figura 15:** Resposta média a partir de 15 réplicas de ajuste do MaxEnt (vermelho) e o desvio padrão (azul) para *Megaleporinus obtusidens* para altitude (A) e área de bacia (B).

Os mapas resultantes do MaxEnt, também foram binarizados para comparação entre os modelos, sendo os valores de altitude e área de bacia, assim com a probabilidade de presença em cada ponto extraídos do mapa e plotado sobre as variáveis para cada espécie em cada bacia (Figuras 16 - 18). A seguir, as figuras 19, 20 e 21 apresentam os mapas de distribuição das três espécies, resultado médio das 15 réplicas do processo de saída logístico (0-1) executado no MaxEnt, excluindo trechos dos rios com probabilidade de ocorrência menor que 10%.

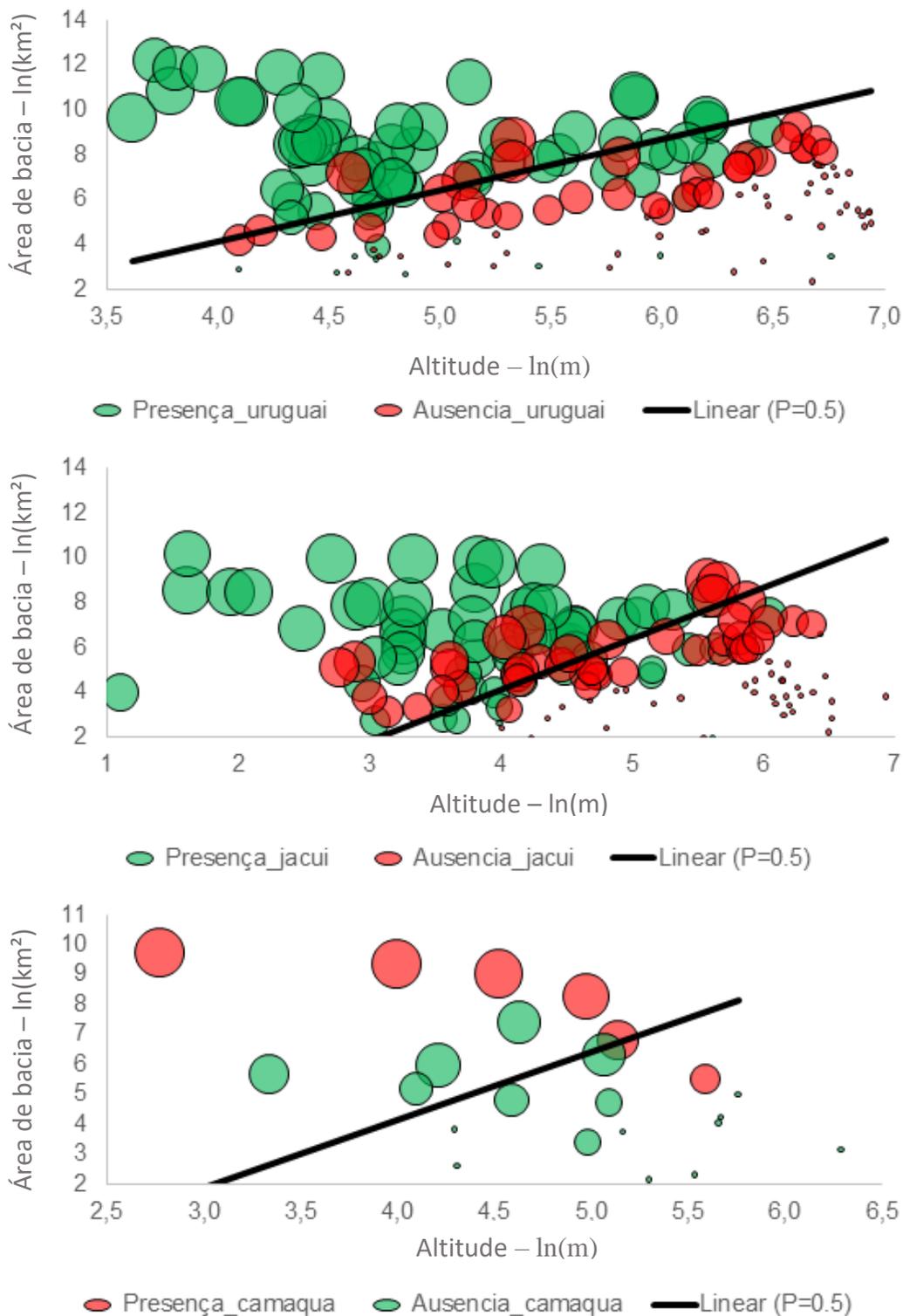
### **3.3. Comparação entre os modelos**

Os mapas resultantes do MaxEnt também foram binarizados para comparação entre os modelos, estabelecendo como presença presumida valores maiores que 0,5 (1) e ausência presumida menor que 0,5 (0). As figuras 22 a 24 representam as diferenças numéricas entre os modelos LOGIT e MaxEnt para cada espécie em estudo.

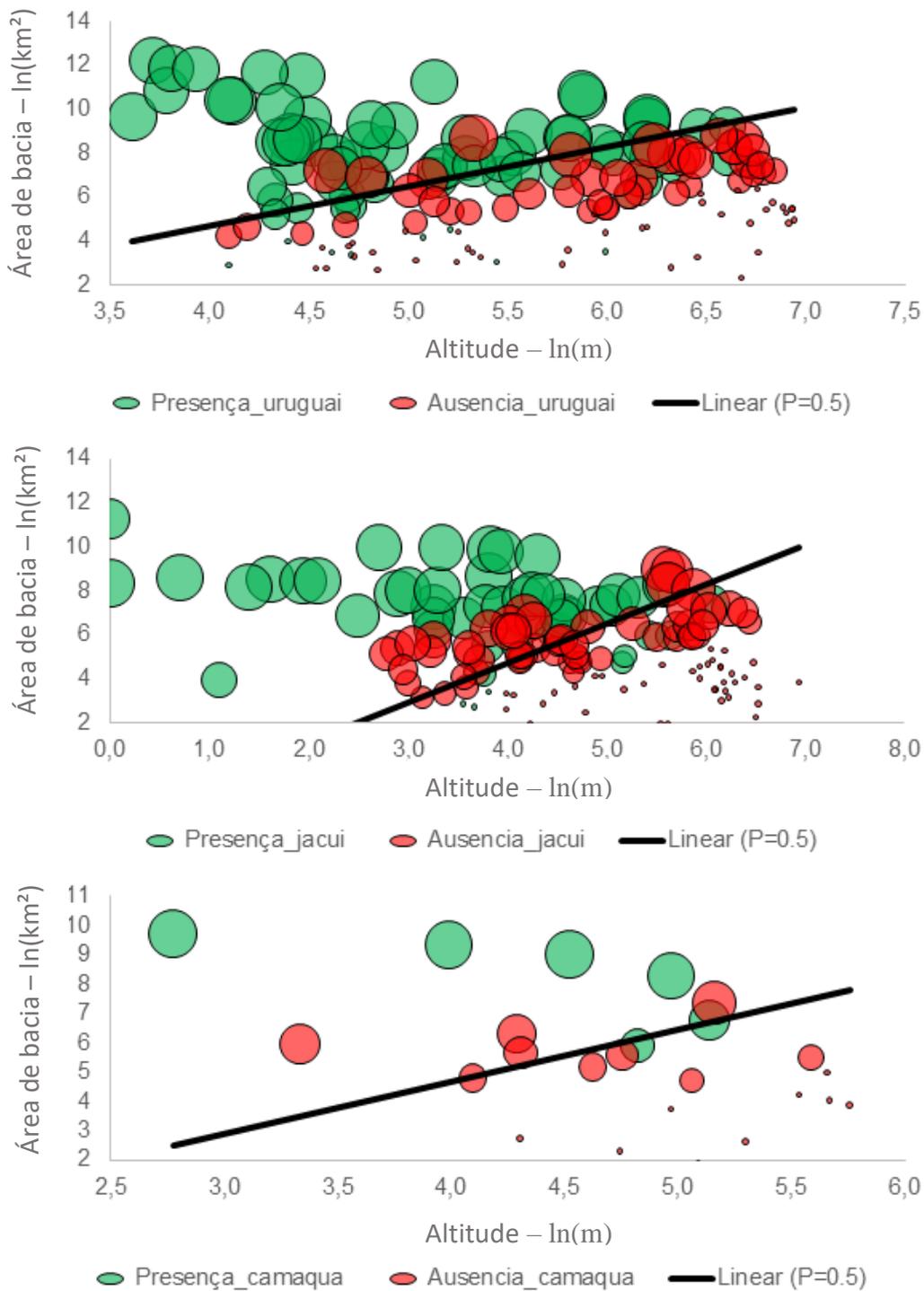
Os resultados da comparação para cada uma das espécies se mostraram satisfatório, as duas modelagens se sobrepuseram em grande parte da hidrografia do Rio Grande do Sul para as três espécies. Alinhando com os pontos de presença das amostragens e os de levantamento, *Salminus brasiliensis* apresentou 71.22% dos pontos sobre os dois modelos, 10.79% apenas sobre o LOGIT, 2.15% apenas no MaxEnt, e 15.82% de erro de comissão. *Prochilodus lineatus* com 68.53% de presenças em ambos, 8.39% no LOGIT, 2.79% no MaxEnt e com erro de comissão de 20.27%. *Megaleporinus obtusidens* teve 68.18% nos dois, 9.84% no LOGIT, 4.54% no MaxEnt e 17.42% de erro de comissão (Figuras 25 – 27).



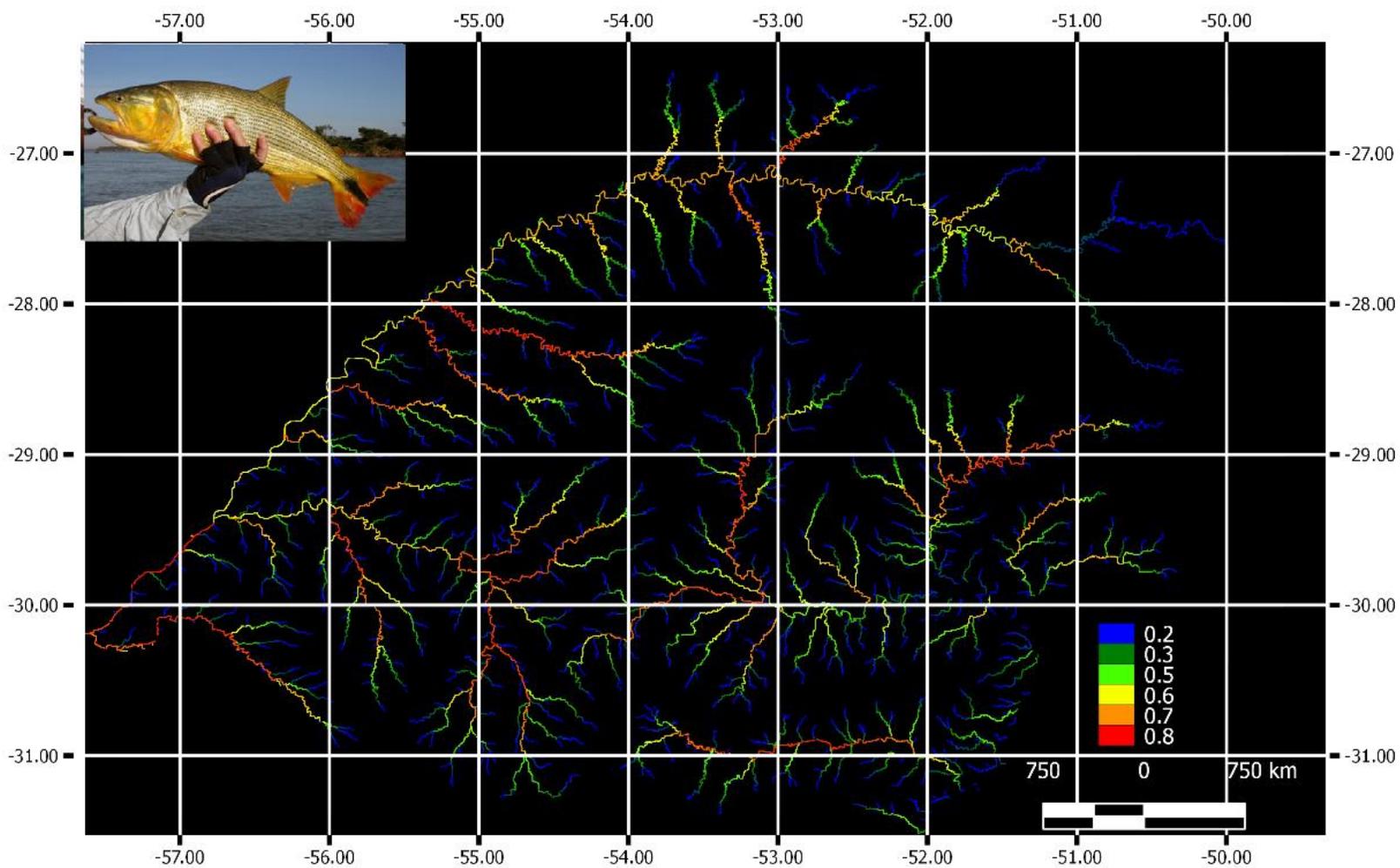
**Figura 16:** Padrão de distribuição (presença/ausência) para *Salminus brasiliensis* em função da altitude (ln) e da área da bacia (ln) por bacia hidrográfica. O tamanho da bolha representa uma escala relativa de probabilidade de presença estimada pelo programa MaxEnt; a linha de tendência representa o ponto de corte de presença estimada em 0,5; as bolhas em verde representam os pontos de presença verificada e em vermelho os pontos de ausência verificada em campo.



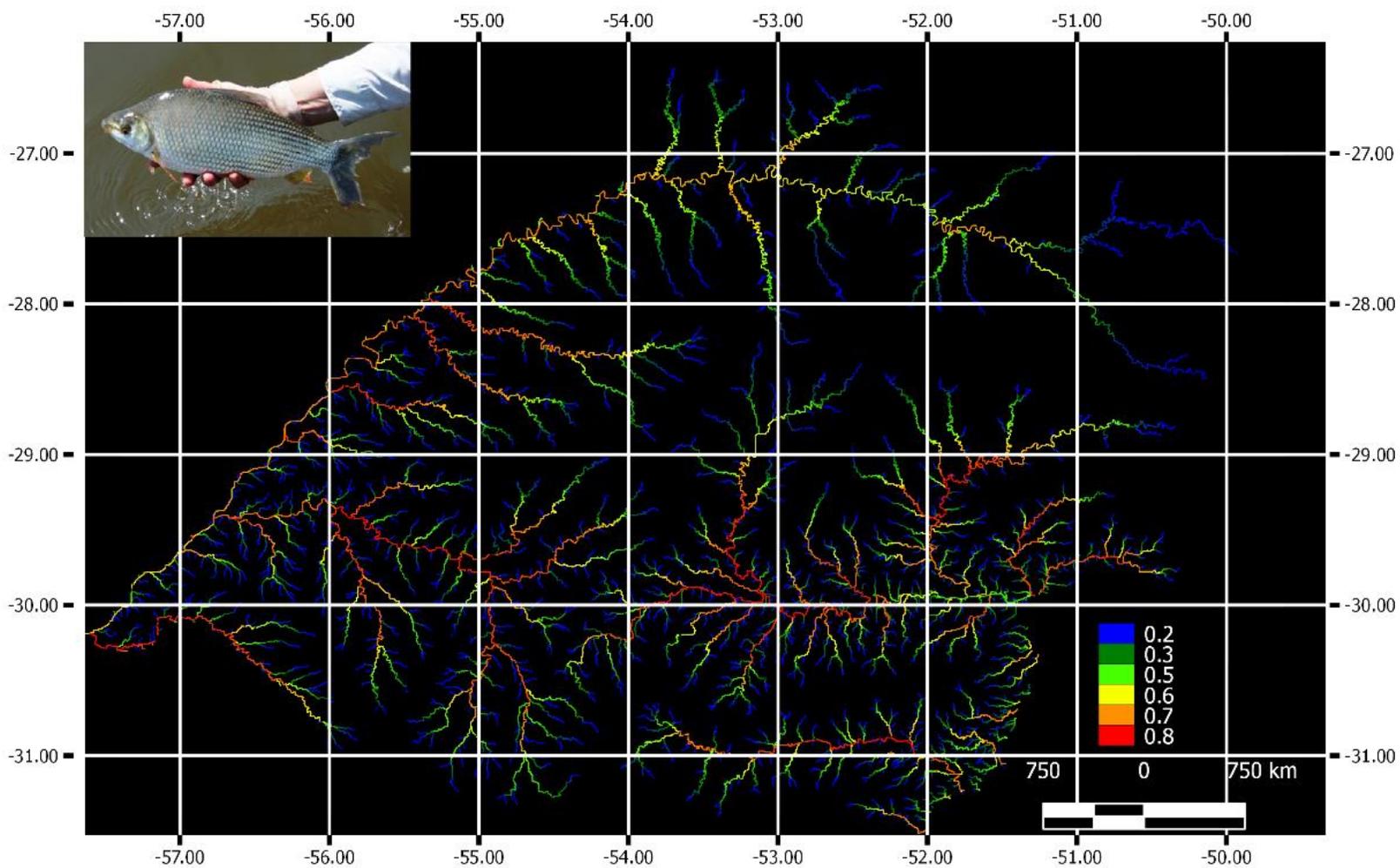
**Figura 17:** Padrão de distribuição (presença/ausência) para *Prochilodus lineatus* em função da altitude (ln) e da área da bacia (ln) por bacia hidrográfica. O tamanho da bolha representa uma escala relativa de probabilidade de presença estimada pelo programa MaxEnt; a linha de tendência representa o ponto de corte de presença estimada em 0,5; as bolhas em verde representam os pontos de presença verificada e em vermelho os pontos de ausência verificada em campo.



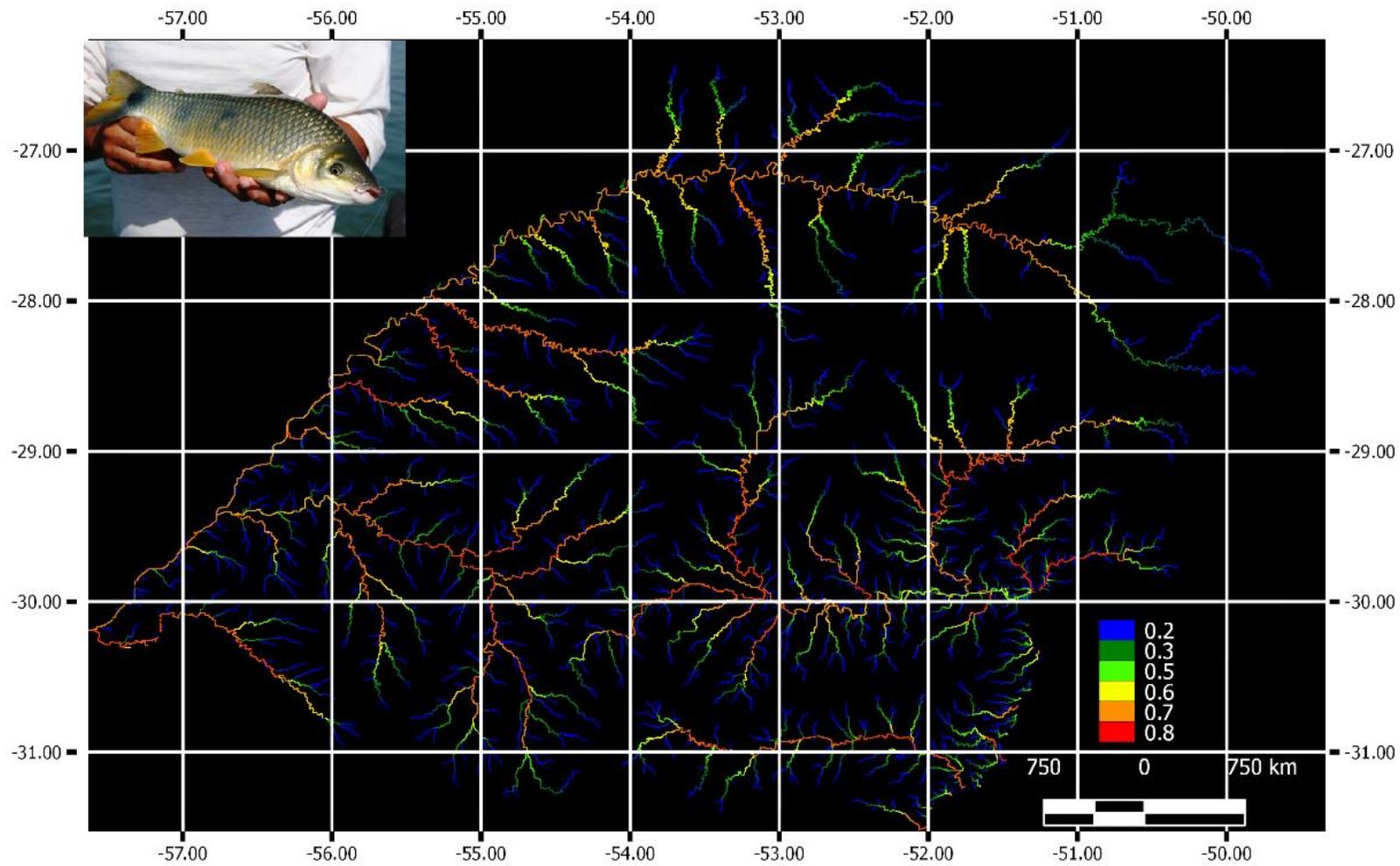
**Figura 18:** Padrão de distribuição (presença / ausência) para *Megaleporinus obtusidens* em função da altitude (ln) e da área da bacia (ln) por bacia hidrográfica. O tamanho da bolha representa uma escala relativa de probabilidade de presença estimada pelo programa MaxEnt; a linha de tendência representa o ponto de corte de presença estimada em 0,5; as bolhas em verde representam os pontos de presença verificada e em vermelho os pontos de ausência verificada em campo.



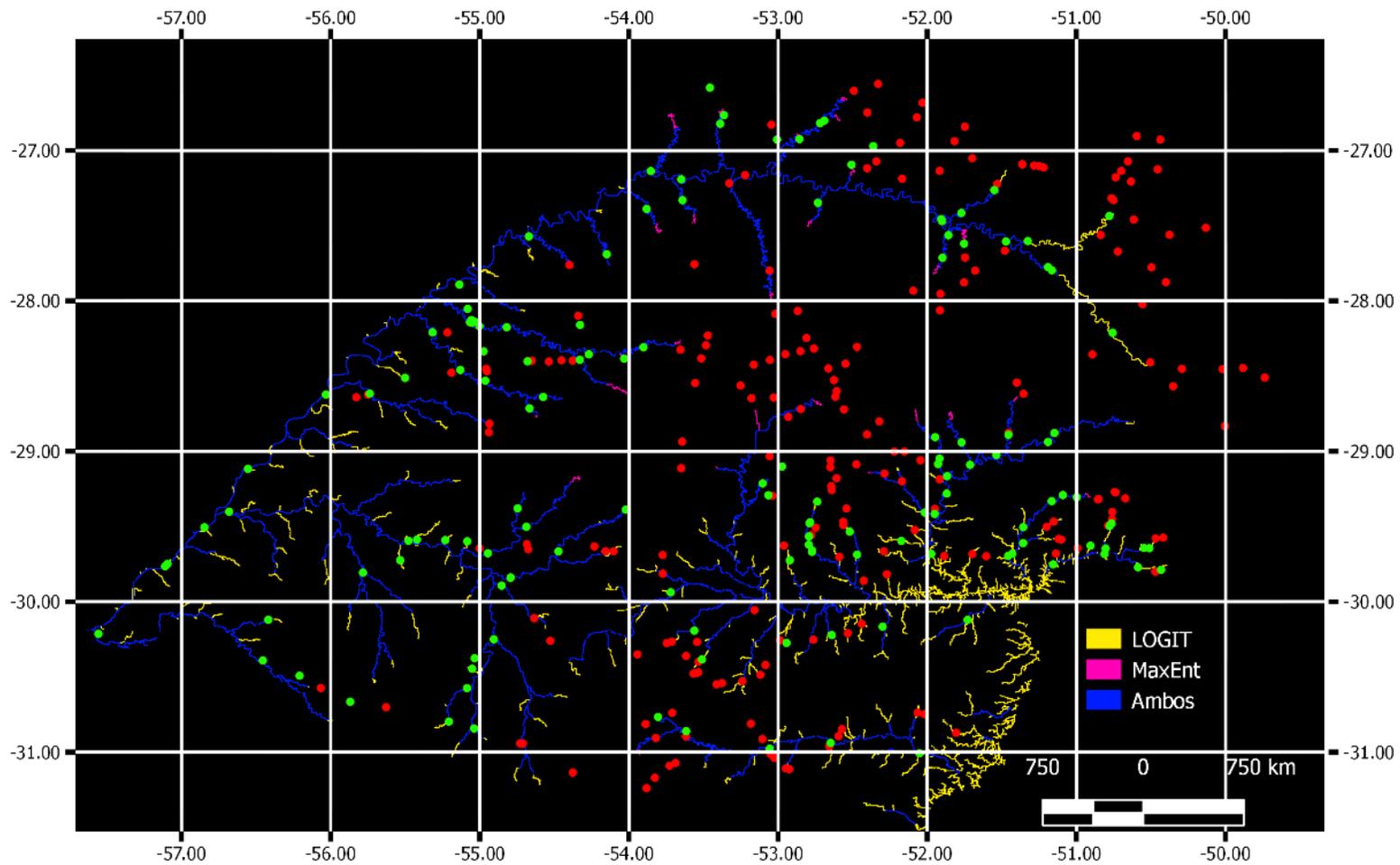
**Figura 19:** Mapa de probabilidade de presença segundo o modelo de máxima entropia (MaxEnt) com ponto de limite de corte de 10% para *Salminus brasiliensis* nas três bacias hidrográficas de interesse.



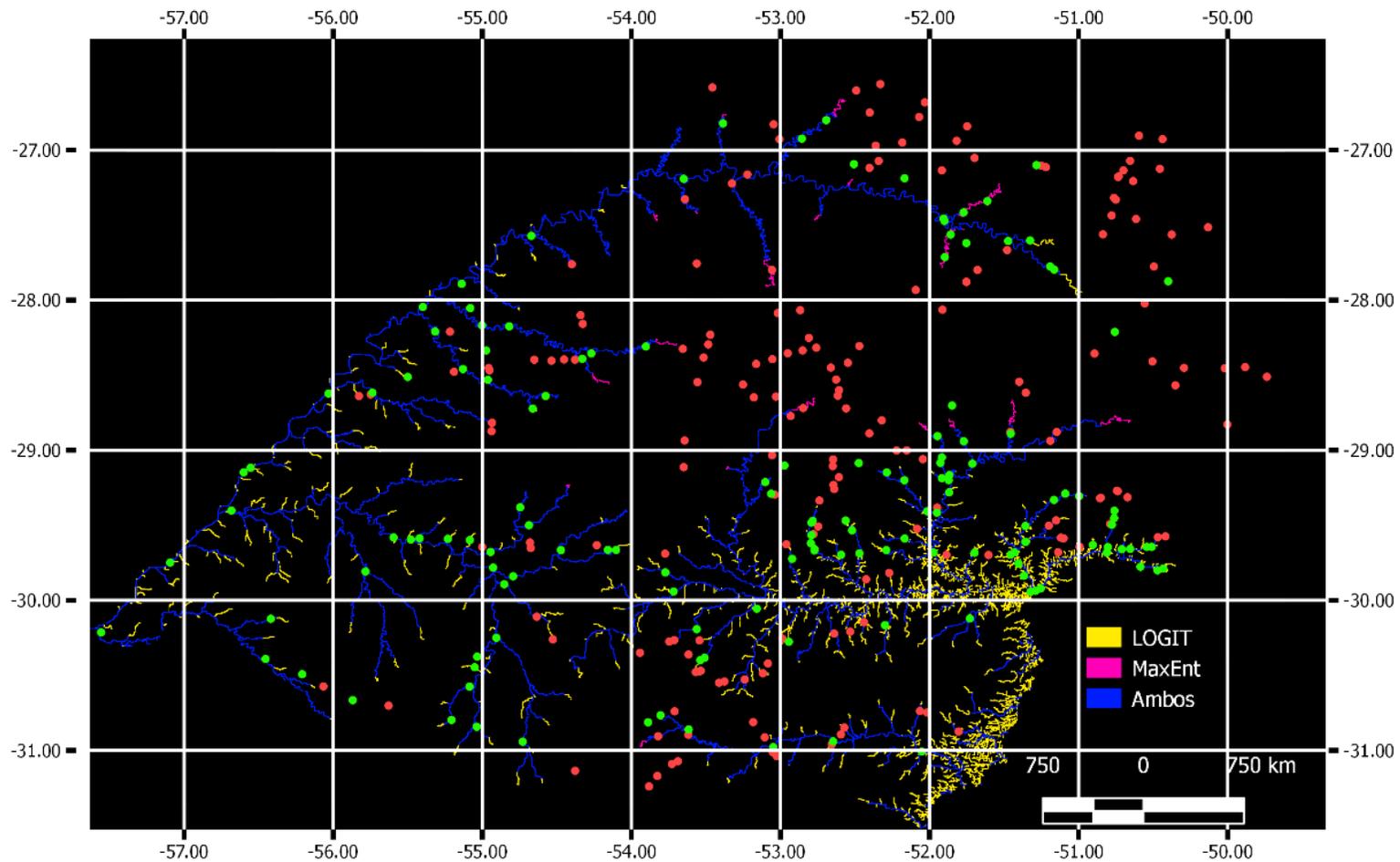
**Figura 20:** Mapa de probabilidade de presença segundo o modelo de máxima entropia (MaxEnt) com ponto de limite de corte de 10% para *Prochilodus lineatus* nas três bacias hidrográficas de interesse.



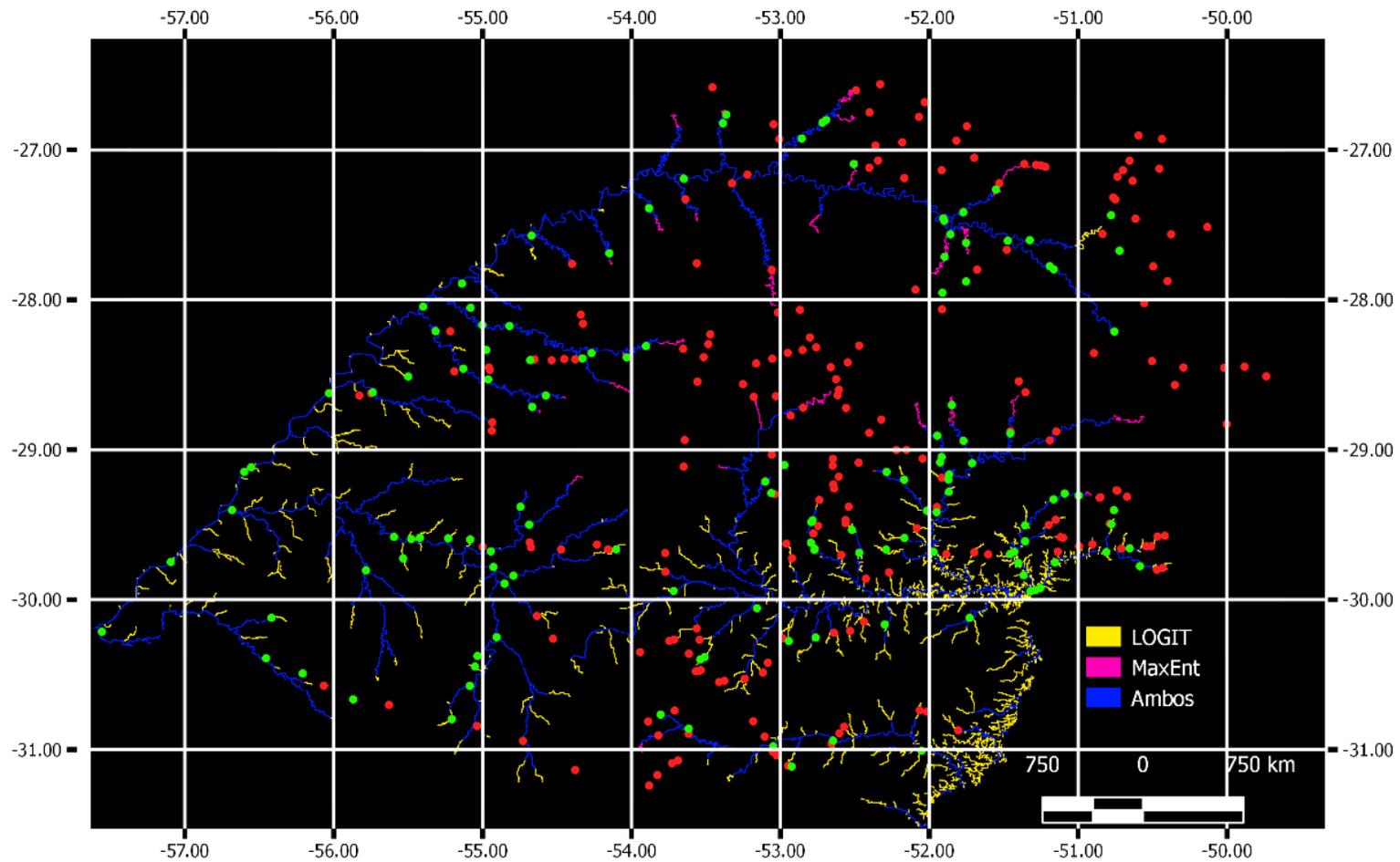
**Figura 21:** Mapa de probabilidade de presença segundo o modelo de máxima entropia (MaxEnt) com ponto de limite de corte de 10% para *Megaleporinus obtusidens* nas três bacias hidrográficas de interesse.



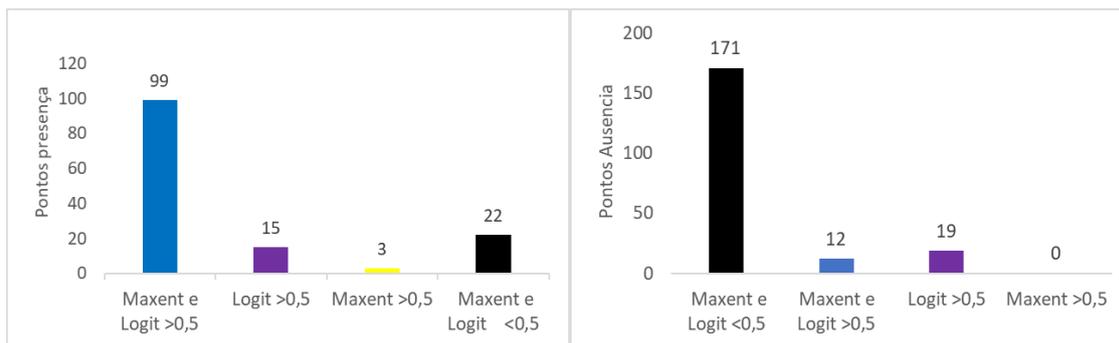
**Figura 22:** Mapa comparativo entre modelos para *Salminus brasiliensis*. Segmentos de rio em azul representam presença presumida para ambos os modelos, em amarelo presença presumida apenas para o modelo LOGIT e em rosa presença presumida apenas para o modelo MaxEnt. Pontos de presença e ausência verificados em sítio representados verde e vermelho, respectivamente.



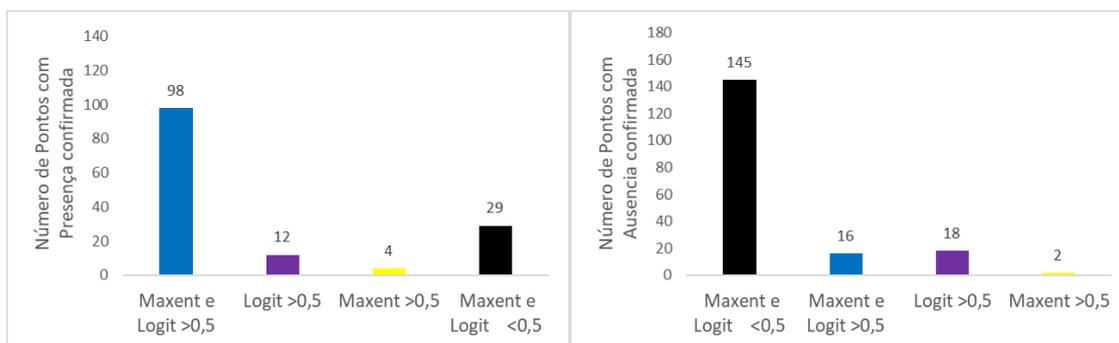
**Figura 23:** Mapa comparativo entre modelos para *Prochilodus lineatus*. Segmentos de rio em azul representam presença presumida para ambos os modelos, em amarelo presença presumida apenas para o modelo LOGIT e em rosa presença presumida apenas para o modelo MaxEnt. Pontos de presença e ausência verificados em sítio representados verde e vermelho, respectivamente.



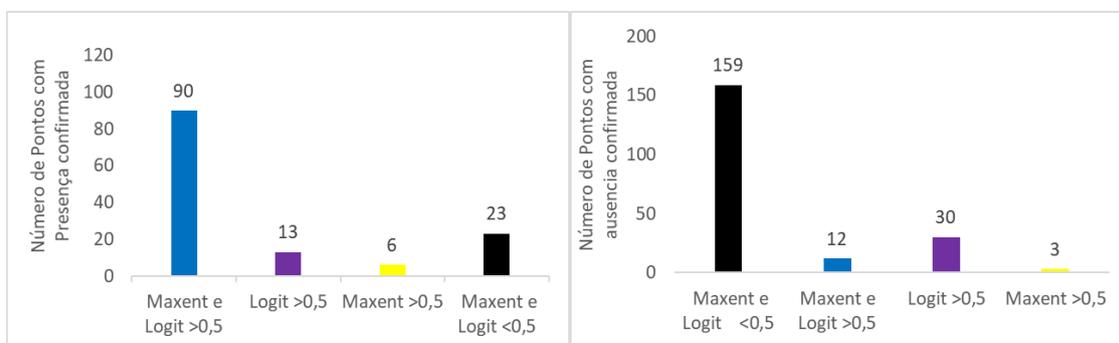
**Figura 24:** Mapa comparativo entre modelos para *Megaleporinus brasiliensis*. Segmentos de rio em azul representam presença presumida para ambos os modelos, em amarelo presença presumida apenas para o modelo LOGIT e em rosa presença presumida apenas para o modelo MaxEnt. Pontos de presença e ausência verificados em sítio representados verde e vermelho, respectivamente.



**Figura 25:** Número de pontos com presença (A) e ausência (B) confirmados sobre mapa de comparação para *Salminus brasiliensis*.



**Figura 26:** Número de pontos com presença e ausência confirmados sobre os mapas de comparações para *Prochilodus lineatus*.



**Figura 27:** Número de pontos com presença e ausência confirmados sobre os mapas de comparações para *Megaleporinus obtusidens*.

### 3.4. Matriz de confusão

A tabela 2 apresenta a matriz de confusão, que reúne os dados de acerto e erro em relação ao previsto pelos modelos e a distribuição observada da espécie, avaliando a taxa de omissão (falso negativo, onde há presença confirmada e o modelo não previu a espécie) e comissão (falso positivo, trecho onde o modelo previu a ocorrência onde há ausência confirmada). Em comparação entre eles, a sensibilidade do modelo LOGIT foi maior para as três espécies, ou seja, a proporção de verdadeiros positivos foi alta, conseguindo prever bem a probabilidade de ocorrência. Por outro lado, para a especificidade, o modelo MaxEnt apresentou valores mais elevados, confirmando bem os pontos de verdadeiro negativos. De forma geral, a acurácia total para ambos os modelos foi elevada em todas as espécies (Tabela 2).

**Tabela 2:** resultado da matriz de confusão, gerada com os dados dos pontos extraídos dos mapas binarizados com ponto de corte maior que 0.5 para probabilidade de presença.

%	<i>Salminus brasiliensis</i>		<i>Prochilodus lineatus</i>		<i>Megaleporinus obtusidens</i>	
	LOGIT	MaxEnt	LOGIT	MaxEnt	LOGIT	MaxEnt
Sensibilidade (Acerto de presença)	77,7	69,1	73,4	65,7	73,5	68,9
Especificidade (Acerto de ausência)	87,1	95	82,9	91,2	82,4	93,6
Acurácia Total	83,3	84,5	78,7	79,9	78,9	83,9

#### 4. DISCUSSÃO

Nas últimas décadas, a estatística multivariada tem sido amplamente utilizada na modelagem da distribuição de espécies, com aplicação de diversas técnicas, sendo que modelos de regressão são largamente utilizados para prever a distribuição, abundância e preferência de hábitat de algumas espécies (Brito *et al.*, 1999). Os modelos de distribuição de espécies (SDMs) associam a presença geográfica de espécies às condições ambientais encontradas nesses locais e extrapolam as probabilidades de ocorrência de espécies em toda a área de estudo (Domisch *et al.*, 2015).

A produção de modelos para previsão de espécies é de grande importância em diversas áreas da ecologia e conservação (Graham *et al.*, 2004), onde a modelagem de distribuição busca correlacionar dados de ocorrência de espécies de interesse com variáveis ambientais disponíveis, para assim criar mapas para previsão (Elith, Leathwick, 2009).

Atualmente têm se utilizado recursos obtidos através de Sistema de Informação Geográfica (SIG), o que torna possível a incorporação de descritores obtidos remotamente através de imagens de satélite. Entretanto, o uso de parâmetros de gradientes indiretos, embora mais facilmente obtidos, são baseados em variáveis que não mostram ação fisiológica direta sobre os organismos, tais como elevação, declividade e posição topográfica. Por outro lado, parâmetros ambientais de gradiente direto, como pH ou temperatura, frequentemente introduzem incertezas espaciais nos modelos por falta de dados e erros de interpolação (Guisan *et al.*, 1999).

Este trabalho, buscou a criação de modelos de distribuição para três espécies migradoras com ocorrência em três grandes bacias hidrográficas, as quais cobrem a quase totalidade dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os trabalhos anteriores realizados por Alves, Fontoura (2009), Rodrigues *et al.*, 2011 e Barradas *et al.*, (2012) já indicaram que com o uso de apenas dois parâmetros de gradiente indireto, altitude e área de bacia, se pode obter resultados significativos e uma boa predição para a distribuição das espécies de interesse. Os resultados mostram que o uso de descritores ambientais foi capaz de analisar padrão de distribuição das espécies migradoras com considerável precisão utilizando regressão logística.

Este estudo seguiu a metodologia dos trabalhos realizados anteriormente em cada uma destas bacias, agora unificando os dados e utilizando os preditores geomorfológicos já estabelecidos. Usou-se a equação logística multivariada (LOGIT) para gerar o modelo (Alves, Fontoura, 2009), onde cada fator ambiental é multiplicado por um coeficiente ( $b_1$ ,  $b_2$ ), que equilibra o efeito relativo do fator. O valor numérico do coeficiente, entretanto, é pouco informativo e não apresenta significado biológico direto,

mas já comparados com outros modelos alternativos, se mostrou consistente e adequado para se aplicar neste conjunto tão abrangente de dados (Barradas *et al.*, 2012).

Analisando a distribuição de pontos sobre as variáveis geomorfológicas, o modelo geral seguiu o padrão apresentado nos trabalhos anteriores, com tendência de presença em grandes áreas de bacias e ausência em altitudes maiores nas três espécies (Figura 3). Verifica-se que as espécies, independentemente da altitude, são capazes de colonizar segmentos de rio com menores áreas de drenagem na bacia Jacuí até grandes áreas na bacia do Uruguai. Tal fato pode ser devido a diferenças de precipitação. Enquanto que na bacia Camaquã registra-se precipitações médias anuais de cerca de 1200 mm, na bacia do Jacuí cerca de 1600mm e na bacia Uruguai estas precipitações podem atingir até 1784 mm, conforme a região permitindo um maior volume médio de água em segmentos com áreas de bacia equivalentes.

Identifica-se que os peixes migradores na bacia Camaquã ocorreram em altitudes menores que nas outras bacias. Neste caso, tal padrão distributivo deve-se provavelmente a uma conjunção de fatores, como a menor altitude média da bacia associada à menor precipitação, de forma que na bacia Camaquã os segmentos de maior volume de água não atingem limites altitudinais equivalentes aos padrões observados na bacia Jacuí e Uruguai. A título de exemplo, *S. brasiliensis* e *M. obtusidens* ocorreram em altitudes de até altitudes de 739m na bacia Uruguai, enquanto que *P. lineatus* foi registrado em altitudes de até 863m na serra catarinense. Em relação a área de bacia, verificou-se grande diferença nas bacias estudadas, com ocorrência desde áreas pequenas na bacia do Jacuí, com apenas 13,67km<sup>2</sup>, até áreas enormes na bacia do Uruguai, chegando a mais de 203500km<sup>2</sup>.

Entretanto, embora a área de bacia e a altitude tenham se mostrado significativas para explicar o padrão de distribuição das espécies em estudo, a comparação direta entre as probabilidades de ocorrência das espécies não deve ser realizada levando-se em conta cada coeficiente de forma independentemente, pois a natureza dos modelos de regressão múltipla, em função da multicolinearidade de variáveis, pode resultar em dificuldade na identificação correta dos efeitos individuais de cada coeficiente (Hise *et al.*, 1983).

Os resultados do modelo LOGIT tiveram aderência satisfatórias, com aderência total de 80.1% para *Salminus brasiliensis*, 76.9% para *Prochilodus lineatus* e 79.7% para *Megaleporinus obtusidens* (Tabela 2). Assim se pode projetar a estimativa e criar os mapas de distribuição presumida, com os dados unificados das três bacias para as três espécies de peixes migradores que ocorrem nas regiões. Da mesma forma que os modelos LOGIT, o MaxEnt tem sido amplamente utilizado para modelagem de

distribuição de espécies, sendo um método consistente e com ótima performance quando comparado com outras metodologias (Elith *et al.*, 2011).

Ao analisar as curvas ROC (Receiver Operating Characteristic) geradas no processo, se permite quantificar a exatidão de um teste diagnóstico, já que, este é proporcional à AUC (Area under the curve), isto é, quanto mais a curva se aproxima do canto superior esquerdo do gráfico, melhor é o modelo. A partir das 15 replicações realizadas no MaxEnt, se obteve o AUC para cada uma das espécies, sendo todas classificadas como excelente segundo a escala de Swets 1988 (Figuras 10 – 12).

Os resultados do MaxEnt seguiram o mesmo padrão que o modelo LOGIT, representado nas figuras 13 a 14, que mostra a contribuição semelhante das variáveis em cada modelo das espécies. Ao se comparar os modelos (Figuras 22 a 24), verifica-se que ocorre grande sobreposição de distribuição prevista, mostrando que as duas variáveis indicam respostas semelhantes, onde para as três espécies tiveram sobreposição de em torno de 70%, e erro de comissão baixo, com não mais de 20% para *Megaleporinus obtusidens*, por exemplo. Já em relação a ausência confirmada nos modelos, o MaxEnt mostrou uma especificidade maior para as três espécies, ao utilizar os pontos de ausência do banco de dados sobre o mapa gerado. A sensibilidade dos modelos foi alta e adequada, com o modelo LOGIT sendo maior nas três espécies, com pouco mais de 5% de diferença entre elas.

Contribuindo com os resultados obtidos nos estudos de Alves, Fontoura (2009), Rodrigues *et al.* (2011) e Barradas *et al.* (2012), confirmou-se que o uso das variáveis geomorfológicas altitude e área de bacia se mostrou eficaz em prever a distribuição de espécies migradoras mesmo para grandes extensões geográficas, por conta de um elevado conjunto de parâmetros colineares, que causam um efeito direto sobre as variáveis utilizadas, tais como temperatura da água, vazão, velocidade de corrente ou turbidez (Alves, Fontoura, 2009). Vale observar que preditores químicos, raramente são utilizados como variáveis, por conta da difícil obtenção e dimensionar em áreas tão grandes, apesar do fato que são conhecidos por influenciar a ausência e abundância de muitos organismos de água doce, levando a uma cadeia de interações que podem alterar a distribuição das espécies (Früh *et al.*, 2012a, Früh *et al.*, 2012b, Sundermann *et al.*, 2013).

Cabe ressaltar, entretanto, que existe margem de erro na distribuição real das espécies, visto que foram excluídas da análise fatores que não tiveram como ser mensurados nos MDT's, como a presença de barreiras de jusante naturais ou artificiais. Assim, os modelos propostos são de presença presumida em função de parâmetros geomorfológicos disponíveis, criando então um modelo histórico para cada espécie, e obtendo um padrão para descrever como estas duas variáveis influenciam na ocorrência

destas espécies em larga escala, sobre grande parte da região do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Obtendo uma excelente descrição da distribuição destas importantes espécies, utilizando uma nova abordagem como o modelo de máxima entropia, e comparando com modelo já utilizado, partindo de dados obtidos de um extenso conhecimento popular, de décadas de vivência dos moradores e pescadores, aplicando uma metodologia e obtendo resultados significativos. Este estudo pode servir de base para futuras pesquisas e visa contribuir para a gestão ambiental destas regiões, e proteção destas importantes espécies.

## 5. REFERÊNCIAS

- Almeida VLL, Resende EK, Lima MS, Ferreira CJA. Dieta e atividade alimentar de *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae) no Pantanal do Miranda-Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. Unimar. 1993; 15 (suppl.): 125-141.
- Alves TP, Fontoura NF. Statistical distribution models for migratory fish in Jacuí Basin, South Brazil. Neotropical Ichthyology. 2009; 7(4): 647-658.
- Anderson RP, Lewc D, Peterson AT. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. Ecological Modelling. 2003; 162: 211-7232.
- Barradas JRS, Silva LG, Harvey BC, Fontoura NF. Estimating migratory fish distribution from altitude and basin area: a case study in a large Neotropical river. Freshwater Biology. 2012; 57: 2297-2305.
- Bewick V, Cheek L, Ball J. Statistics review 14: Logistic regression. Critical Care. 2005; 9(1):112-118.
- Brito JC, Crespo EG, Paulo OS. Modeling wildlife distributions: Logistic Multiple Regression vs. Overlap Analysis. Ecography. 1999; 22: 251-260.
- Capeleti AR, Petrete JR M. Migration of the curimbatá *Prochilodus lineatus* at the waterfall "cachoeira de emas" of the Mogi-guaçu river - São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology. 2006; 66: 651-659
- Carosfeld J, Harvey B. Fishes of the floods. In: Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status (Eds J. Carosfeld, B. Harvey, C. Ross, A. Baer), World Fisheries Trust/World Bank/IDRC. Victoria. 2003; 3-11.
- Clark Labs. IDRISI Selva, Version 17.0, Worcester, MA: Clark University. 2012
- Clark JS, Carpenter SR, Barber M, Collins S, Dobson A, Foley JA, Lodge DM, Pascual Jr MRP, Pizer W, Pringle C, Reid WV, Rose KA, Sala O, Schlesinger WH, Wall DHE, Wear D. Ecological forecasts: an emerging imperative. Science. 2001; 293: 657-660.
- Domisch S, Jähnig SC, Simaika JP, Kuemmerlen M, Stoll S. Application of species distribution models in stream ecosystems: the challenges of spatial and temporal scale, environmental predictors and species occurrence data. Fundamental and Applied Limnology. 2015; 186: 45-61.
- Elith J, Phillips SJ, Hastie T, Dudík M, Chee YE, Yates CJ. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions. 2011; 17: 43-57.
- Elith J, Leathwick JR. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2009; 40: 677-697.
- Früh D, Stoll S, Haase P. Physico-chemical variables determining the invasion risk of freshwater habitats by alien mollusks and crustaceans. – Ecol. Evol. 2012a; 2: 2843-2853.
- Früh D, Stoll S, Haase P. Physicochemical and morphological degradation of stream and river habitats increases invasion risk. – Biol. Invasions. 2012b; 14: 2243-2253.

- Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) – RS. QUALIDADE AMBIENTAL QUALIDADE DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUÍ. 2017; disponível em: [http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade\\_Jacuí/Jacuí.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_Jacuí/Jacuí.asp)
- Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM)– QUALIDADE AMBIENTAL REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUAÍBA. 2017; Disponível em: [www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade\\_taquari\\_antas/taquariantas.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp)
- Furuya WM. Espécies nativas. In: Moreira HLM, Vargas L, Ribeiro RP, Zimmermann S. (Eds.). Fundamentos da moderna aquicultura. ULBRA Canoas. 2001; 83-90.
- Garutti V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*. 1988; 48: 747-759.
- Graham CH, Ferrier S, Huettman F, Moritz C, Peterson AT. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends Ecol. Evol.* 2004; 19: 497-503.
- Guisan A, Thuiller W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*. 2005; 8: 993-1009.
- Guisan A, Weiss SB, Weiss AD. GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. *Plant Ecology*. 1999; 143: 107-122.
- Godinho AL, Kynard B. Migratory Fishes of Brazil: Life History and Passage Needs. *River Research and Applications*. 2009; 25: 702-712
- Godoy MP. A escada de peixes de Cachoeira de Ema, rio Mogi Guassú, estado de São Paulo, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS*. 1987; 43: 139-151,
- Godoy MP. Peixes do Brasil – Subordem CHARACOIDEI – Bacia do Rio Mogi Guassú, Vol 2-6. São Paulo: Franciscana; 1975a.
- Godoy MP. Peixes do Brasil – Subordem CHARACOIDEI – Bacia do Rio Mogi Guassú, Vol 4-8. São Paulo: Franciscana; 1975b.
- Hahn L. Deslocamento de peixes migradores no rio Uruguai e no sistema misto de migração da barragem de Itaipu. Tese de doutorado. Fundação Universidade Estadual de Maringá; 2007.
- Hall CAS, Stanford JA, Hauer FR. The distribution and abundance of organisms as a consequence of energy balances along multiple environmental gradients. *Oikos*. 1992; 65: 377-390.
- Hise RT, Gable M, Kelly JP, McDonald JB. Factors affecting the Performance of Individual Chain Store Units: An Empirical Analysis. *Journal of Retailing*; 1983. 59: 22-39.
- Justus JO. Hidrografia. In *Geografia do Brasil: Região Sul* (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, ed); Rio de Janeiro: IBGE; 1990; 190-218.
- Körner C. The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution*. 2007; 22: 569-574.

- Lischke H, Guisan A, Fischlin AE, Bugmann H. Vegetation responses to climate change in the Alps-Modeling studies. In: CEBON, P. et al (Ed.). A View from the Alps: Regional Perspectives on Climate Change. Boston: MIT Press. 1998; 309-350.
- Margules CR, Austin MP. Biological models for monitoring species decline: the construction and use of data bases. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1994; 344(B): 69-75.
- Matthews WJ, Hough DJ, Robison HW. Similarities in fish distribution and water quality patterns in streams of Arkansas: congruence of multivariate analyses. Copéia. 1992; 296-305.
- Oldani NO, Iwaskiw JM, Padín OH, Otaegui A. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el alto Paraná (Corrientes, Argentina). Publicaciones de la Comisión Administradora del Rio Uruguay. 1992; 43-45.
- Paim ES, Ortiz LS. Hidrelétricas na bacia do rio Uruguai: Guia para ONG's e movimentos sociais. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra Brasil. 2006; 80.
- Pearce J, Ferrier S. Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. Ecological Modelling. 2000a; 225-245.
- Pearce J, Ferrier S. An evaluation of alternative algorithms for fitting species distribution models using logistic regression. Ecological Modelling. 2000b; 128: 127-147.
- Pearson RG. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Lessons in conservation. 2010; 3: 54-89.
- Petry AC, Schulz UH. Longitudinal changes and indicator species of the fish fauna in the subtropical Sinos River, Brazil. Journal of Fish Biology. 2006; 69:272-290.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling. 2006; 190: 231-259.
- Phillips SJ, Dudík M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography. 2008; 21: 161-175.
- Pitcher TJ, Hart PJB. Fisheries Ecology. Connecticut: The Avi Publishing Company Inc; 1982.
- Porter MS, Rosenfeld JE, Parkinson EA. Predictive models of fish species distribution in the Blackwater Drainage, British Columbia. North American Journal of Fisheries Management. 2000; 20: 349-359.
- Pouilly M, Barrera S, Rosales C. Changes of taxonomic and trophic structure of fish assemblages along an environmental gradient in the Upper Beni watershed (Bolivia). Journal of Fish Biology. 2006; 68: 137-156.
- Reis RE, Lucena ZMS, Lucena CAS, Malabarba LR. Peixes Ameaçados do RS. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Edipucrs: 2003.
- Resende EK. Bioecologia do curimatá, *Prochilodus lineatus* no pantanal do Miranda-Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. Acta Limnol. Brasil. 1992; 4: 261-276.

- Rodrigues HRL, Barradas JR, Alves TP, Fontoura NF. Modelagem estatística de distribuição de peixes migradores como subsídio ao licenciamento de barramentos na bacia Camaquã, RS. REGA. 2011; 8(2): 31-41.
- Schlosser IJ. A Conceptual framework for fish communities in small warmwater streams. In Community and evolutionary ecology of North American stream fishes (Matthews, W. J & Heins, D. C., eds.), University of Oklahoma Press. 1987; 17-24.
- Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – RS (SEMA). Bacia Hidrográfica do Rio Pardo; 2017. Disponível em: [www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-pardo](http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-pardo)
- Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – RS (SEMA). Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí-Vacacaí Mirim; 2017. Disponível em: [www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-vacacai-vacacai-mirim](http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-vacacai-vacacai-mirim)
- Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – RS (SEMA). Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos; 2017. Disponível em: [www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinos](http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinos)
- Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – RS (SEMA). Bacia Hidrográfica do Rio Caí; 2017. Disponível em: [www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-cai](http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-do-rio-cai)
- SEMA. Relatório final síntese (RS): Serviços de Consultoria Relativos ao Processo de Planejamento da Bacia Hidrográfica do Camaquã Fases A, B e C. Porto Alegre, RS. 2016.
- Stockwell D, Peters D. The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. International Journal of Geographical Information Science. 1999; 13(2): 143-158.
- Suárez YR, Petrere-Júnior M. Environmental factors predicting fish community structure in two neotropical rivers in Brazil. Neotropical Ichthyology. 2007; 5: 61-68.
- Sundermann A, Gerhardt M, Kappes H, Haase P. Stressor prioritisation in riverine ecosystems: Which environmental factors shape benthic invertebrate assemblage metrics? – Ecol. Indic. 2013; 27: 83-96.
- Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. Science (New York, N.Y.). 1988; 240: 1285-1293.
- Weber E, Hasenack H, Ferreira CJS. Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação. Porto Alegre, RS: Centro de Ecologia da UFRGS; 2004.
- Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE. The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980; 37: 13-137.
- Vázquez JB, Lopez-Robles A, Sosa DF, Saez MP. Águas. In Geografía Física de la Provincia de Córdoba. Buenos Aires, Argentina (Vázquez JB, Miatello RA, Roque ME. eds.). 1979; 139-211.
- Vazzoler AEAM. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática. São Paulo: Eduem: 1996.

Zaniboni-Filho E, Schultz UH. Migratory fishes of the Uruguay river. In: Migratory fishes of South America (Carosfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A. (Eds.). Victoria, Canada. 2003; 157-194.

## ANEXOS

### Anexo 1- Lista de pontos amostrados nas entrevistas dos projetos

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Camaquã	-30.0569	-53.1586	40	15.75	0	1	1
Camaquã	-30.7394	-52.0655	67	600.34	0	0	0
Camaquã	-30.7404	-53.7100	160	122	0	0	0
Camaquã	-30.7485	-52.0174	166	906	0	0	0
Camaquã	-30.7674	-53.8086	175	900.41	1	1	1
Camaquã	-30.8116	-53.1842	212	14.26	0	0	0
Camaquã	-30.8146	-53.8885	273	254	0	1	0
Camaquã	-30.8483	-52.5728	89	302.66	0	0	0
Camaquã	-30.8611	-53.6160	155	4193.78	1	1	1
Camaquã	-30.8727	-51.8079	30	404.94	0	0	0
Camaquã	-30.8934	-52.6052	77	12.33	0	0	0
Camaquã	-30.8958	-53.6158	148	44.34	0	0	0
Camaquã	-30.9085	-53.8200	174	1707.94	0	0	0
Camaquã	-30.9138	-53.1061	116	184.3	0	0	0
Camaquã	-30.9409	-52.6488	60	11936.74	1	1	1
Camaquã	-30.9625	-52.6568	62	127.79	0	0	0
Camaquã	-30.9752	-53.0487	95	8797.7	1	1	1
Camaquã	-30.9916	-53.0552	90	128.38	0	0	0
Camaquã	-31.0092	-52.0517	17	18133.45	1	1	1
Camaquã	-31.0137	-53.0524	107	123.4	0	0	0
Camaquã	-31.0398	-53.0255	116	10.41	0	0	0
Camaquã	-31.0737	-53.6879	252	73.05	0	0	0
Camaquã	-31.0920	-53.7266	289	60.91	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Camaquã	-31.1089	-52.9434	120	284.68	0	0	0
Camaquã	-31.1135	-52.9249	128	397.2	0	0	1
Camaquã	-31.1719	-53.8266	288	153	0	0	0
Camaquã	-31.2431	-53.8813	318	51.33	0	0	0
Jacuí	-30.5499	-53.4128	135.00	62.86	0	0	0
Jacuí	-30.5416	-53.3762	108.00	122.28	0	0	0
Jacuí	-30.5283	-53.2386	68.00	1031.94	0	0	0
Jacuí	-30.4874	-53.1186	74.00	224.56	0	0	0
Jacuí	-30.4791	-53.5687	108.00	275.75	0	0	0
Jacuí	-30.4758	-53.5453	112.00	137.87	0	0	0
Jacuí	-30.4699	-53.5353	123.00	11.38	0	0	0
Jacuí	-30.4216	-53.0845	87.00	30.21	0	0	0
Jacuí	-30.3999	-53.5328	98.00	511.63	0	1	1
Jacuí	-30.3858	-53.5103	87.00	536.93	1	1	1
Jacuí	-30.3624	-53.6153	140.00	65.12	0	0	0
Jacuí	-30.3508	-53.9429	115.00	118.01	0	0	0
Jacuí	-30.2749	-53.7462	143.00	142.66	0	0	0
Jacuí	-30.2741	-52.9428	62.00	141.79	1	1	1
Jacuí	-30.2683	-53.5428	88.00	198.67	0	0	0
Jacuí	-30.2649	-53.7128	123.00	612.05	0	0	0
Jacuí	-30.2574	-52.9878	63.00	127.07	0	0	0
Jacuí	-30.2541	-52.7636	46.00	31.32	0	0	1
Jacuí	-30.2224	-52.6394	57.00	677.24	1	0	0
Jacuí	-30.2099	-52.5319	39.00	175.69	0	0	0
Jacuí	-30.1949	-53.5620	72.00	799.18	1	1	0

**Anexo 1 (Continuação)**

<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Jacuí	-30.1649	-52.2969	38.00	1098.16	1	1	1
Jacuí	-30.1474	-52.4386	18.00	321.78	0	0	0
Jacuí	-30.1201	-51.7310	30.00	1493.02	1	1	1
Jacuí	-29.9374	-53.7129	47.00	5977.99	1	1	1
Jacuí	-29.8608	-52.4261	30.00	29.08	0	0	0
Jacuí	-29.8183	-52.2703	41.00	75.08	0	0	0
Jacuí	-29.8149	-53.7720	51.00	740.90	0	1	0
Jacuí	-29.8008	-50.4701	39.00	39.12	0	1	0
Jacuí	-29.7874	-50.4317	43.00	135.86	1	1	0
Jacuí	-29.7774	-50.5843	26.00	548.94	1	1	1
Jacuí	-29.7549	-51.1568	4.00	3598.87	1	0	1
Jacuí	-29.7241	-52.9220	56.00	32.45	1	1	0
Jacuí	-29.7008	-51.4569	7.00	5006.58	1	1	1
Jacuí	-29.6999	-52.5936	28.00	340.12	0	1	0
Jacuí	-29.6991	-51.6044	72.00	27.43	0	0	0
Jacuí	-29.6983	-51.8869	14.00	175.97	0	0	0
Jacuí	-29.6899	-53.7737	118.00	39.88	0	0	0
Jacuí	-29.6899	-52.4711	36.00	899.80	1	1	1
Jacuí	-29.6841	-51.6969	26.00	191.90	0	1	0
Jacuí	-29.6833	-50.8101	19.00	2723.93	1	1	1
Jacuí	-29.6824	-51.9677	12.00	12.18	1	1	1
Jacuí	-29.6799	-51.1368	23.00	23.38	0	0	0
Jacuí	-29.6774	-51.4294	6.00	4970.45	1	1	1
Jacuí	-29.6733	-52.4619	38.00	893.52	0	1	0
Jacuí	-29.6724	-52.7694	44.00	73.42	1	1	1

**Anexo 1 (Continuação)**

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Jacuí	-29.6699	-52.2919	45.00	249.62	0	0	1
Jacuí	-29.6599	-50.7109	22.00	277.84	0	1	0
Jacuí	-29.6583	-50.6543	27.00	883.74	0	1	1
Jacuí	-29.6583	-52.7719	46.00	1500.98	1	1	1
Jacuí	-29.6466	-50.8026	22.00	642.43	1	1	0
Jacuí	-29.6458	-50.5417	46.00	552.45	1	1	0
Jacuí	-29.6449	-50.5101	54.00	14.48	1	1	0
Jacuí	-29.6449	-50.9926	21.00	46.77	0	0	0
Jacuí	-29.6316	-50.9059	21.00	86.28	1	1	0
Jacuí	-29.6283	-52.9603	108.00	75.09	0	0	0
Jacuí	-29.6233	-52.7961	58.00	1470.33	1	1	1
Jacuí	-29.6107	-51.3528	13.00	22.77	1	1	1
Jacuí	-29.5883	-52.1677	36.00	497.43	1	1	1
Jacuí	-29.5874	-51.1002	111.00	154.67	0	0	0
Jacuí	-29.5840	-51.1184	86.00	161.68	0	0	0
Jacuí	-29.5816	-50.4684	94.00	315.98	0	0	0
Jacuí	-29.5749	-50.4176	216.00	45.45	0	0	0
Jacuí	-29.5666	-52.7919	65.00	96.30	1	1	0
Jacuí	-29.5591	-52.7794	81.00	92.80	0	0	0
Jacuí	-29.5349	-52.5186	68.00	688.54	1	1	1
Jacuí	-29.5224	-52.0835	41.00	234.58	0	0	0
Jacuí	-29.5083	-52.7469	185.00	34.42	0	0	0
Jacuí	-29.5057	-51.3560	21.00	3216.40	1	1	1
Jacuí	-29.5031	-51.1986	59.00	496.33	0	0	0
Jacuí	-29.4974	-50.7751	68.00	288.42	1	1	1

**Anexo 1 (Continuação)**

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Jacuí	-29.4933	-50.7859	66.00	161.23	0	0	0
Jacuí	-29.4908	-52.5619	97.00	46.12	0	0	0
Jacuí	-29.4841	-50.7676	64.00	282.78	0	0	0
Jacuí	-29.4799	-50.7659	63.00	278.17	1	1	0
Jacuí	-29.4774	-52.7894	93.00	65.74	1	1	1
Jacuí	-29.4716	-52.7836	102.00	976.04	1	1	1
Jacuí	-29.4699	-52.5627	114.00	255.25	0	1	0
Jacuí	-29.4689	-51.1510	71.00	442.60	0	0	0
Jacuí	-29.4533	-50.7601	89.00	165.47	0	1	0
Jacuí	-29.4157	-51.9502	16.00	22524.13	1	1	1
Jacuí	-29.4066	-52.0160	29.00	3231.02	1	1	1
Jacuí	-29.4033	-50.7584	185.00	121.06	0	1	1
Jacuí	-29.3833	-51.9494	35.00	61.18	0	0	0
Jacuí	-29.3808	-52.5411	265.00	106.30	0	1	0
Jacuí	-29.3358	-52.7386	209.00	688.62	1	0	0
Jacuí	-29.3314	-51.1645	61.00	2124.74	1	1	1
Jacuí	-29.3208	-50.8551	690.00	38.36	0	0	0
Jacuí	-29.3174	-50.8509	678.00	18.45	0	0	0
Jacuí	-29.3157	-50.6734	745.00	584.74	0	0	0
Jacuí	-29.3057	-50.9962	137.00	1538.18	1	1	1
Jacuí	-29.2957	-53.0386	261.00	375.71	0	0	0
Jacuí	-29.2924	-53.0653	235.00	412.05	1	1	1
Jacuí	-29.2898	-51.0886	97.00	2004.69	1	1	1
Jacuí	-29.2816	-51.8694	41.00	21957.03	1	1	1
Jacuí	-29.2741	-50.7376	674.00	118.65	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Jacuí	-29.2708	-50.7434	643.00	762.39	0	0	0
Jacuí	-29.2591	-52.6394	353.00	69.40	0	0	0
Jacuí	-29.2316	-52.6444	401.00	57.73	0	0	0
Jacuí	-29.2133	-53.1028	154.00	1606.89	1	1	1
Jacuí	-29.1999	-52.1677	100.00	883.91	0	1	1
Jacuí	-29.1991	-51.8710	49.00	21168.31	0	1	1
Jacuí	-29.1866	-51.9169	62.00	498.44	0	1	0
Jacuí	-29.1799	-52.6086	476.00	21.63	0	0	0
Jacuí	-29.1666	-51.8660	52.00	18310.56	1	1	1
Jacuí	-29.1483	-52.2861	226.00	156.49	0	1	1
Jacuí	-29.1141	-53.6503	384.00	97.90	0	0	0
Jacuí	-29.1074	-52.6495	468.00	119.95	0	0	0
Jacuí	-29.1024	-52.9736	292.00	411.41	1	1	1
Jacuí	-29.0899	-51.7127	64.00	14826.36	1	1	1
Jacuí	-29.0858	-52.4752	297.00	590.62	0	1	0
Jacuí	-29.0841	-51.9269	70.00	2609.37	1	1	1
Jacuí	-29.0608	-52.6478	534.00	70.51	0	0	0
Jacuí	-29.0574	-52.0452	281.00	188.00	0	0	0
Jacuí	-29.0491	-51.9169	89.00	2584.94	1	1	1
Jacuí	-29.0349	-53.0570	302.00	360.54	0	0	0
Jacuí	-29.0016	-52.2211	307.00	603.46	0	0	0
Jacuí	-29.0015	-52.1527	444.00	33.79	0	0	0
Jacuí	-28.9408	-51.7693	187.00	2610.96	1	1	1
Jacuí	-28.9382	-51.1893	256.00	8428.08	1	0	0
Jacuí	-28.9349	-53.6437	342.00	404.36	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Jacuí	-28.9066	-51.9469	209.00	2316.13	1	1	1
Jacuí	-28.8900	-51.4552	287.00	4126.01	1	0	1
Jacuí	-28.8883	-52.4044	659.00	10.14	0	0	0
Jacuí	-28.8782	-51.1468	280.00	7550.08	1	0	0
Jacuí	-28.8766	-51.4555	286.00	4102.80	0	0	0
Jacuí	-28.8283	-50.0068	331.00	7221.63	0	0	0
Jacuí	-28.7991	-52.3220	605.00	107.27	0	0	0
Jacuí	-28.7724	-52.9303	340.00	656.25	0	0	0
Jacuí	-28.7224	-52.5594	489.00	203.61	0	0	0
Jacuí	-28.7207	-52.8486	356.00	3378.51	0	0	0
Jacuí	-28.6474	-53.1786	330.00	1384.29	0	0	0
Jacuí	-28.6441	-53.0295	369.00	406.44	0	0	0
Jacuí	-28.6374	-52.6153	432.00	133.19	0	0	0
Jacuí	-28.6183	-51.3543	516.00	1371.88	0	0	0
Jacuí	-28.5999	-52.6069	415.00	1266.49	0	0	0
Jacuí	-28.5633	-53.2520	358.00	376.22	0	0	0
Jacuí	-28.5424	-51.3985	588.00	1183.29	0	0	0
Jacuí	-28.5274	-52.6253	415.00	111.04	0	0	0
Jacuí	-28.4499	-52.6619	423.00	224.63	0	0	0
Jacuí	-28.4249	-53.1628	394.00	645.28	0	0	0
Jacuí	-28.4182	-52.5486	492.00	32.42	0	0	0
Jacuí	-28.3932	-53.0536	440.00	47.55	0	0	0
Jacuí	-28.3549	-52.9511	470.00	96.06	0	0	0
Jacuí	-28.3349	-52.8511	485.00	49.03	0	0	0
Jacuí	-28.3174	-52.7594	514.00	24.34	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Jacuí	-28.3058	-52.4711	539.00	48.72	0	0	0
Uruguai	-26.5601	-52.3326	738	2062.4868	0	0	0
Uruguai	-26.5822	-53.4566	334	867.2683	1	0	0
Uruguai	-26.5822	-53.4566	334	867.2683	1	0	0
Uruguai	-26.5822	-53.4566	334	867.2683	1	0	0
Uruguai	-26.6031	-52.4918	586	2630.3674	0	0	0
Uruguai	-26.6031	-52.4918	586	2630.3674	0	0	0
Uruguai	-26.6826	-52.0327	890	1251.9920	0	0	0
Uruguai	-26.7495	-52.4011	641	14.3284	0	0	0
Uruguai	-26.7653	-53.3627	268	1363.6954	1	0	1
Uruguai	-26.7794	-52.0699	784	899.0892	0	0	0
Uruguai	-26.7794	-52.0699	784	899.0892	0	0	0
Uruguai	-26.8027	-52.6930	332	6188.8842	1	1	1
Uruguai	-26.8222	-53.3849	239	2368.2456	1	1	1
Uruguai	-26.8227	-52.7180	327	6213.0566	1	0	1
Uruguai	-26.8292	-53.0463	372	219.1537	0	0	0
Uruguai	-26.8425	-51.7476	1034	248.7623	0	0	0
Uruguai	-26.9043	-50.5945	1008	128.7928	0	0	0
Uruguai	-26.9263	-50.4378	998	209.0097	0	0	0
Uruguai	-26.9263	-50.4378	998	209.0097	0	0	0
Uruguai	-26.9265	-53.0071	279	494.5235	1	0	0
Uruguai	-26.9267	-52.8564	269	8313.1689	1	1	1
Uruguai	-26.9267	-52.8564	269	8313.1689	1	1	1
Uruguai	-26.9381	-51.8199	1034	146.3711	0	0	0
Uruguai	-26.9497	-52.1811	607	732.9704	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Uruguai	-26.9497	-52.1811	607	732.9704	0	0	0
Uruguai	-26.9707	-52.3615	464	1055.0555	1	0	0
Uruguai	-26.9707	-52.3615	464	1055.0555	1	0	0
Uruguai	-27.0533	-51.6979	786	123.3221	0	0	0
Uruguai	-27.0716	-50.6543	858	612.2807	0	0	0
Uruguai	-27.0723	-52.3444	480	103.6259	0	0	0
Uruguai	-27.0924	-51.3626	552	3597.9519	0	0	0
Uruguai	-27.0924	-51.3626	552	3597.9519	0	0	0
Uruguai	-27.0924	-51.3626	552	3597.9519	0	0	0
Uruguai	-27.0933	-52.5062	317	1606.2583	0	0	0
Uruguai	-27.0935	-52.5074	317	1606.2583	1	1	1
Uruguai	-27.1008	-51.2854	585	2947.3935	0	1	0
Uruguai	-27.1044	-51.2501	609	2252.3234	0	0	0
Uruguai	-27.1154	-51.2196	650	489.0185	0	0	0
Uruguai	-27.1180	-52.4035	381	207.3634	0	0	0
Uruguai	-27.1248	-50.4567	964	269.3074	0	0	0
Uruguai	-27.1358	-51.9166	556	547.9442	0	0	0
Uruguai	-27.1358	-51.9166	556	547.9442	0	0	0
Uruguai	-27.1358	-51.9166	556	547.9442	0	0	0
Uruguai	-27.1368	-50.6991	827	1947.9281	0	0	0
Uruguai	-27.1683	-53.2242	189	69132.9296	0	0	0
Uruguai	-27.1783	-50.7351	808	2051.2968	0	0	0
Uruguai	-27.1783	-50.7351	808	2051.2968	0	0	0
Uruguai	-27.1883	-52.1663	413	984.5967	0	1	0
Uruguai	-27.2067	-50.6333	847	1230.1864	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Uruguai	-27.2228	-51.5293	505	4458.0004	0	0	0
Uruguai	-27.2240	-53.3274	206	6077.4638	0	0	0
Uruguai	-27.2622	-51.5517	499	4691.9799	1	0	1
Uruguai	-27.2650	-52.3790	270	49109.4414	0	0	0
Uruguai	-27.2825	-52.6918	238	52951.6601	0	0	0
Uruguai	-27.3172	-50.7638	766	4038.3002	0	0	0
Uruguai	-27.3306	-53.6393	206	2316.5828	1	0	0
Uruguai	-27.3317	-50.7509	762	4169.6655	0	0	0
Uruguai	-27.3317	-50.7509	762	4169.6655	0	0	0
Uruguai	-27.3399	-51.6126	452	5398.0170	0	1	0
Uruguai	-27.3805	-51.9877	338	46694.6601	0	0	0
Uruguai	-27.3882	-53.8821	212	1749.4310	1	0	1
Uruguai	-27.4157	-51.7714	397	5726.3188	1	1	1
Uruguai	-27.4157	-51.7714	397	5726.3188	1	1	1
Uruguai	-27.4351	-50.7788	751	10216.3544	1	0	1
Uruguai	-27.4351	-50.7788	751	10216.3544	1	0	1
Uruguai	-27.4499	-51.9047	368	45551.9765	1	1	1
Uruguai	-27.4604	-50.6152	805	5515.1137	0	0	0
Uruguai	-27.4696	-51.9028	361	39662.2772	1	1	1
Uruguai	-27.4696	-51.9028	361	39662.2772	1	1	1
Uruguai	-27.4696	-51.9028	361	39662.2772	1	1	1
Uruguai	-27.5146	-50.1321	835	2989.6669	0	0	0
Uruguai	-27.5146	-50.1321	835	2989.6669	0	0	0
Uruguai	-27.5146	-50.1321	835	2989.6669	0	0	0
Uruguai	-27.5146	-50.1321	835	2989.6669	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Uruguai	-27.5382	-50.8594	711	10609.8583	0	0	0
Uruguai	-27.5613	-50.8375	718	195.4444	0	0	0
Uruguai	-27.5618	-51.8575	400	4131.9707	1	1	1
Uruguai	-27.5634	-50.3760	823	4409.4414	0	0	0
Uruguai	-27.5726	-54.6714	105	100772.859	1	1	1
Uruguai	-27.6061	-51.4689	450	31287.8750	1	1	1
Uruguai	-27.6061	-51.4689	450	31287.8750	1	1	1
Uruguai	-27.6075	-51.3251	567	15496.5283	1	1	1
Uruguai	-27.6195	-51.7555	510	2595.2709	1	1	1
Uruguai	-27.6195	-51.7555	510	2595.2709	1	1	1
Uruguai	-27.6195	-51.7555	510	2595.2709	1	1	1
Uruguai	-27.6667	-51.4800	651	335.0844	0	0	0
Uruguai	-27.6721	-50.7225	738	2321.1359	0	0	1
Uruguai	-27.6721	-50.7225	738	2321.1359	0	0	0
Uruguai	-27.6893	-54.1488	179	1755.9564	1	0	1
Uruguai	-27.7114	-51.7470	572	2087.4394	0	0	0
Uruguai	-27.7114	-51.7470	572	2087.4394	0	0	0
Uruguai	-27.7132	-51.8983	422	3112.4663	1	1	1
Uruguai	-27.7563	-53.5612	486	574.0287	0	0	0
Uruguai	-27.7597	-54.3999	174	985.3428	0	0	0
Uruguai	-27.7765	-50.4975	825	130.7479	0	0	0
Uruguai	-27.7773	-51.1903	516	13499.8789	1	1	1
Uruguai	-27.7959	-51.1639	544	13462.5869	1	1	1
Uruguai	-27.7984	-53.0629	346	508.9891	0	0	0
Uruguai	-27.7995	-51.6784	617	110.5457	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Uruguai	-27.8747	-50.4030	861	971.2458	0	1	0
Uruguai	-27.8785	-51.7528	576	1841.6440	0	0	1
Uruguai	-27.8785	-51.7528	576	1841.6440	0	0	0
Uruguai	-27.8979	-55.1388	87	107871.703	1	1	1
Uruguai	-27.9327	-52.0926	509	1201.0494	0	0	0
Uruguai	-27.9537	-51.9103	492	875.6973	0	0	1
Uruguai	-28.0246	-50.5584	900	243.8490	0	0	0
Uruguai	-28.0540	-55.0816	96	11811.0625	1	1	1
Uruguai	-28.0634	-51.9135	580	521.3882	0	0	0
Uruguai	-28.0660	-52.8689	449	264.9515	0	0	0
Uruguai	-28.0821	-53.0173	438	1014.1368	0	0	0
Uruguai	-28.1002	-54.3416	320	20.4337	0	0	0
Uruguai	-28.1598	-54.3263	297	106.7558	1	0	0
Uruguai	-28.1680	-55.0027	126	11411.3925	1	1	1
Uruguai	-28.2093	-55.3180	86	5963.2221	1	1	1
Uruguai	-28.2115	-55.2184	104	108.2048	0	0	0
Uruguai	-28.2119	-50.7590	652	9573.0332	1	1	0
Uruguai	-28.2119	-50.7590	652	9573.0332	1	0	1
Uruguai	-28.2293	-53.4716	407	245.5211	0	0	0
Uruguai	-28.2464	-52.8023	500	548.5959	0	0	0
Uruguai	-28.2950	-53.4847	403	252.8096	0	0	0
Uruguai	-28.3082	-53.9028	257	3135.5581	1	1	1
Uruguai	-28.3272	-53.6553	335	547.5670	0	0	0
Uruguai	-28.3350	-54.9738	164	248.8738	1	1	1
Uruguai	-28.3528	-54.2692	201	6245.3232	1	1	1

**Anexo 1 (Continuação)**

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Uruguai	-28.3542	-50.8938	904	330.0339	0	0	0
Uruguai	-28.3824	-53.5160	390	325.8323	0	0	0
Uruguai	-28.3838	-54.0316	240	1100.5961	1	0	1
Uruguai	-28.3908	-54.3296	194	2465.7664	1	1	1
Uruguai	-28.3961	-54.4506	202	40.2928	0	0	0
Uruguai	-28.3965	-54.3772	191	87.2911	0	0	0
Uruguai	-28.3967	-54.6514	189	21.3855	0	0	0
Uruguai	-28.4037	-54.5374	184	226.7767	0	0	0
Uruguai	-28.4043	-54.6819	187	96.5175	1	0	1
Uruguai	-28.4078	-50.5038	714	6748.6103	0	0	0
Uruguai	-28.4472	-49.8827	936	1416.4473	0	0	0
Uruguai	-28.4512	-50.2927	769	3177.8488	0	0	0
Uruguai	-28.4519	-54.9582	161	23.3576	0	0	0
Uruguai	-28.4544	-50.0190	877	1842.8787	0	0	0
Uruguai	-28.4592	-55.1304	116	4532.2236	1	1	1
Uruguai	-28.4690	-54.9527	156	135.4812	0	0	0
Uruguai	-28.4778	-55.1889	128	35.4737	0	0	0
Uruguai	-28.5118	-49.7377	1031	239.8360	0	0	0
Uruguai	-28.5153	-55.5008	75	192.1517	1	1	1
Uruguai	-28.5309	-54.9630	132	3780.3027	1	1	1
Uruguai	-28.5454	-53.5568	401	80.6027	0	0	0
Uruguai	-28.5685	-50.3517	926	358.1656	0	0	0
Uruguai	-28.6168	-55.7370	60	5001.3828	1	1	1
Uruguai	-28.6230	-56.0320	50	139532.234	1	1	1
Uruguai	-28.6235	-55.7515	59	19.5418	0	0	0

**Anexo 1 (Continuação)**

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Uruguai	-28.6392	-55.8295	66	114.9617	0	0	0
Uruguai	-28.6421	-54.5755	172	1482.3100	1	1	1
Uruguai	-28.7172	-54.6678	169	66.0342	1	1	1
Uruguai	-28.7172	-54.6678	169	66.0342	1	1	1
Uruguai	-28.8177	-54.9358	153	567.4175	0	0	0
Uruguai	-28.8749	-54.9396	171	339.9978	0	0	0
Uruguai	-28.8749	-54.9396	171	339.9978	0	0	0
Uruguai	-29.1179	-56.5546	40	146437.375	1	1	1
Uruguai	-29.3817	-54.7473	119	1388.0363	1	1	1
Uruguai	-29.3817	-54.7473	119	1388.0363	1	1	1
Uruguai	-29.3896	-54.7458	140	1388.0306	0	0	0
Uruguai	-29.4027	-56.6801	42	52402.9882	1	1	1
Uruguai	-29.4989	-54.6892	107	2661.0737	1	1	1
Uruguai	-29.4989	-54.6892	107	2661.0737	1	1	1
Uruguai	-29.5870	-55.4235	75	664.9212	1	1	1
Uruguai	-29.5916	-55.2325	77	389.4141	1	1	1
Uruguai	-29.5955	-55.4795	69	31982.6348	1	1	1
Uruguai	-29.6010	-55.0844	88	267.0180	1	1	1
Uruguai	-29.6176	-54.6823	94	33.8103	0	0	0
Uruguai	-29.6342	-54.2331	115	68.5809	0	0	0
Uruguai	-29.6506	-55.0019	85	84.3585	0	0	0
Uruguai	-29.6541	-54.6759	97	43.9714	0	0	0
Uruguai	-29.6648	-54.1059	110	552.0344	0	0	0
Uruguai	-29.6648	-54.1059	110	552.0344	0	1	1
Uruguai	-29.6648	-54.1589	118	43.3626	0	1	0

**Anexo 1 (Continuação)**

Bacia	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Bacia(km <sup>2</sup> )	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Uruguai	-29.6654	-54.4731	93	3852.5451	1	1	0
Uruguai	-29.6789	-54.9448	81	5280.2427	1	1	1
Uruguai	-29.7220	-55.5343	82	449.7633	1	0	1
Uruguai	-29.7486	-57.0922	38	212564.521	1	1	1
Uruguai	-29.8053	-55.7815	73	6780.2427	1	1	1
Uruguai	-29.8053	-55.7815	73	6780.2427	1	1	1
Uruguai	-29.8395	-54.7981	82	6486.7026	1	1	1
Uruguai	-29.8398	-54.7981	82	6486.7026	1	1	1
Uruguai	-29.8960	-54.8536	81	2112.8980	1	1	1
Uruguai	-30.1068	-54.6352	101	1409.8448	0	0	0
Uruguai	-30.1209	-56.4221	105	846.5946	1	1	1
Uruguai	-30.2142	-57.5570	37	16909.2793	1	1	1
Uruguai	-30.2541	-54.9064	91	12123.3125	1	1	1
Uruguai	-30.2622	-54.5264	110	286.8600	0	0	0
Uruguai	-30.3925	-56.4561	92	5309.8086	1	1	1
Uruguai	-30.4463	-55.0531	110	445.6560	1	1	1
Uruguai	-30.4946	-56.2062	115	273.1149	1	1	1
Uruguai	-30.5737	-56.0671	147	2012.1874	0	0	0
Uruguai	-30.5765	-55.0859	110	2004.1871	1	1	1
Uruguai	-30.5765	-55.0859	110	2004.1871	1	1	1
Uruguai	-30.6639	-55.8756	228	23.1261	0	0	0
Uruguai	-30.6650	-55.8689	231	22.3629	1	1	1
Uruguai	-30.7029	-55.6276	201	212.7998	0	0	0
Uruguai	-30.7973	-55.2100	126	754.1072	1	1	1
Uruguai	-30.8414	-55.0353	119	891.1662	1	1	0

**Anexo 1 (Continuação)**

<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<i>Salminus brasiliensis</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	<i>Megaleporinus obtusidens</i>
Uruguai	-30.9428	-54.7253	128	903.4023	0	1	0
Uruguai	-30.9428	-54.7253	128	903.4023	0	0	0
Uruguai	-31.1362	-54.3786	242	265.3630	0	0	0

**Anexo 2-** Lista de pontos de levantamento do site <http://www.splink.org.br/> e disponibilizados pela FZB-RS.

<b>Espécie</b>	<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Fonte da Coleta</b>
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-28.1437	-55.0529	10875.41602	118	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-28.1756	-54.8197	10303.05469	138	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-28.1415	-55.0667	10934.03613	106	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-29.3877	-54.0210	935.01538	219	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-29.7643	-57.1108	203600.9844	41	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-29.5072	-56.8476	199310.1563	44	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-28.1279	-55.0569	10939.3252	105	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-28.1394	-55.0350	10872.33008	118	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-27.1352	-53.8575	82346.3125	143	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-27.3481	-52.7320	3990.17334	273	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-30.3735	-55.0347	235.60471	109	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Uruguai	-27.1918	-53.6478	76606.53125	169	splink
<i>Salminus brasiliensis</i>	Jacuí	-29.0247	-51.5351	13362.06738	117	splink
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Uruguai	-30.8435	-55.4931	2.7135	201	splink
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Uruguai	-28.1756	-54.8197	10303.05469	138	splink
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Uruguai	-27.1918	-53.6478	76606.53125	169	splink
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Jacuí	-28.7029	-51.8481	1648.88464	423	splink
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Jacuí	-29.9353	-51.2528	4046.07959	0	splink
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Jacuí	-29.9350	-51.2680	4050.45361	0	splink
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Jacuí	-29.9374	-51.2895	5359.08984	2	splink
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Jacuí	-29.8609	-51.3274	5319.22949	2	Projeto Rio Caí: Biodiversidade (Disponibilizado pela FZB-RS)
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Jacuí	-29.7555	-51.4030	5015.57666	5	Projeto Rio Caí: Biodiversidade (Disponibilizado pela FZB-RS)
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-28.3234	-53.9698	3779.92163	242	splink

**Anexo 2 (Continuação)**

<b>Espécie</b>	<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Fonte da Coleta</b>
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-28.1435	-55.0529	10875.41602	118	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-28.1756	-54.8197	10303.05469	138	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-28.1833	-54.8000	10273.73242	138	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-27.1366	-53.8571	82333.29688	143	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-29.6832	-53.8390	21.8943	83	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-27.3480	-52.7320	3990.17334	273	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-28.0452	-55.3998	116169.3984	72	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-28.0502	-55.1841	11221.63477	89	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-28.2389	-54.6867	16.3782	158	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-27.3607	-52.2177	342.04681	332	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-27.1365	-53.8570	82333.29688	143	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-27.2833	-52.3935	47605.04297	260	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-29.1333	-56.6000	1.5147	45	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-27.1918	-53.6478	76606.53125	169	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-30.4904	-55.5542	454.3533	152	(Disponibilizado pela FZB-RS)
<i>Prochilodus lineatus</i>	Uruguai	-30.1030	-55.6695	20.169	94	(Disponibilizado pela FZB-RS)
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.3434	-53.1650	177.2442	94	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.8297	-51.2024	3726.08105	2	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.0672	-51.3801	8873.25	177	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.1704	-51.8863	19981.16016	47	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.9352	-51.2683	4050.45361	0	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.9498	-51.3033	77892.35156	0	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.9374	-51.2930	5357.91504	2	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.8360	-51.2049	3743.04248	2	splink

**Anexo 2 (Continuação)**

<b>Espécie</b>	<b>Bacia</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área de Bacia(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Fonte da Coleta</b>
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.3500	-53.2289	14091.21387	81	splink
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.8368	-51.3671	5286.5542	3	Projeto Rio Caí: Biodiversidade (Disponibilizado pela FZB-RS)
<i>Prochilodus lineatus</i>	Jacuí	-29.9110	-51.3474	82.2231	2	Projeto Rio Caí: Biodiversidade (Disponibilizado pela FZB-RS)
<i>Prochilodus lineatus</i>	Camaquã	-31.3462	-52.6856	5.8401	385	splink



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