

**Influencia de las características locales y del paisaje en la
ocupación de los hábitats acuáticos de tres especies de anfibios**

FATIMA BARBOZA PENAYO

FOZ DE IGUAZU

2020

FATIMA BARBOZA PENAYO

Disertación de maestría presentada al Programa de Pos-Graduación en Biodiversidad Neo tropical, del Instituto Latinoamericano de Ciencias de la Vida y de la Naturaleza, de la Universidad Federal de la Integración Latinoamericana, como requisito parcial a la obtención del título de Máster en Ciencias Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. SAMUEL FERNANDO ADAMI

Co-orientador: Prof. Dr. MICHEL VARAJÃO GAREY

FOZ DE IGUAZU

2020

FATIMA BARBOZA PENAYO

**Influencia de las características locales y del paisaje en la
ocupación de los hábitats acuáticos de tres especies de anfibios**

Disertación de maestría presentada al Programa de Pos-Graduación en Biodiversidad Neo tropical, del Instituto Latinoamericano de Ciencias de la Vida y de la Naturaleza, de la Universidad Federal de la Integración Latinoamericana, como requisito parcial a la obtención del título de Máster en Ciencias Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Samuel Fernando Adami
Orientador
UNILA

Dr. Cleto Kaveski Peres
UNILA

Dra. Elaine Cristina Rodrigues Bartozek
UNESP

Foz do Iguaçu, 30 de janeiro de 2020.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a mis profesores orientadores Samuel Adami y Michel Garey por aceptar formar parte y acompañar este desafío...

A los profesores de la banca de cualificación y de la defensa, gracias por aceptar la invitación, por la paciencia, por las orientaciones y por las sugerencias.

A mis colegas de curso y mis amigos del laboratorio por el soporte y aguante emocional en cada etapa de este trabajo...

Gracias a todos los que estuvieron siempre apoyando en especial a mi familia y mi Pince siempre conmigo en cada paso...

Un agradecimiento a Marina da Silva por la paciencia, por ser luz y por ayudarnos en la etapa de los análisis.

A la UNILA por recibirme en esta etapa de pos graduación y al programa de Demanda social por la bolsa concedida.

Al Programa de Pos graduación en Biodiversidad Neo tropical a todo el equipo de profesores y técnicos por ayudarme siempre en lo que precisé y por la oportunidad concedida...

GRACIAS TOTALES...!

PENAYO, F. B. Influência das características locais e da paisagem na ocupação de habitats aquáticos de três espécies de anfíbios. 2020. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Neotropical - Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2020.

RESUMO

A ocupação dos habitats pelas espécies dentro da sua área de distribuição depende de uma série de fatores, tais como a disponibilidade de recursos, condições ambientais, interações interespecíficas, características da paisagem e a capacidade de dispersão das espécies. No presente estudo avaliamos os efeitos de fatores ambientais e da paisagem na ocupação e distribuição de três espécies de anfíbios da família Hylidae com tamanhos de corpo diferentes. Para tanto, foram estudadas uma espécie de pequeno, uma de médio e uma de grande porte, procurando entender se os fatores ambientais característicos do corpo d'água (profundidade, vegetação na margem, vegetação sobre o espelho d'água e cobertura do dossel) ou da paisagem (tipos de uso do solo) são fatores determinantes na ocorrência de estas espécies. Foram amostrados 47 corpos d'água lênticos nas áreas urbanas e rurais das cidades de Foz do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipú, oeste do Paraná, Brasil. Os dados foram obtidos durante a estação chuvosa de dois anos consecutivos (de agosto de 2017 a março de 2019), sendo cada corpo d'água foi amostrado três vezes (entre setembro e outubro, depois entre novembro e dezembro e por fim entre janeiro e março) durante o dia para amostragem dos girinos e a noite para o registro de adultos. Para as análises, foram realizados modelos lineais para obter a escala de efeito da paisagem e modelos de ocupação com os dois conjuntos de características (local e paisagem) para determinar quais candidatos juntos ou separadamente são adequados para explicar a ocupação de espécies. Como resultado, as escalas de efeito que apresentaram importância na distribuição variaram entre 200 e 800 metros de raio; os modelos de ocupação foram diferentes para cada espécie. Os resultados promovem o foco não apenas nos processos locais, mas também na abordagem das variáveis da paisagem em escalas mais amplas.

Palavras-chave: anuros, Hylidae, morfologia, uso do habitat, uso de solo.

PENAYO, F. B. Influencia de las características locales y del paisaje en la ocupación de hábitats acuáticos de tres especies de anfibios. 2020. Disertación de maestría del Programa de Pos-Graduación en Biodiversidad Neo tropical – Universidad Federal de Integración Latinoamericana, Foz do Iguazú, 2020.

RESUMEN

La ocupación de hábitats por especies dentro de su área de distribución depende de una serie de factores como la disponibilidad de recursos, las condiciones ambientales, las interacciones interespecíficas, las características del paisaje y la capacidad de dispersión de especies. En el presente estudio evaluamos los efectos de los factores ambientales y del paisaje en la ocupación y distribución de tres especies de anfibios de la familia Hylidae con diferentes tamaños corporales. Para esto, estudiamos una especie de porte pequeño, una mediana y una grande, tratando de entender si los factores ambientales característicos del cuerpo de agua (profundidad, vegetación en la margen, vegetación en el espejo de agua y cobertura de dosel) o del paisaje (tipos de uso de la tierra) son factores determinantes en la ocupación de estas especies. Fueron muestrados 47 cuerpos de agua lenticos en las zonas urbanas y rurales de las ciudades de Foz do Iguazú y Santa Terezinha de Itaipú, oeste de Paraná, Brasil. Los datos fueron obtenidos durante la estación lluviosa de dos años consecutivos (de agosto de 2017 a marzo de 2019), siendo cada cuerpo de agua muestrado tres veces (entre septiembre y octubre, luego entre noviembre y diciembre y finalmente entre enero y marzo) durante el día para el muestreo de renacuajos y nocturno para el registro de adultos. Para los análisis, se realizaron modelos lineales para mensurar la escala de efecto del paisaje y modelos de ocupación con ambos conjuntos de características (local y paisaje) para determinar qué candidatos juntos o separadamente son adecuados para explicar la ocupación de especies. Como resultado, las escalas de efecto que presentaron importancia en la distribución variaron entre 200 a 800 metros de radio; los modelos de ocupación fueron diferentes para cada especie. Los resultados promueven el enfoque no sólo en los procesos locales, sino también el abordaje de variables de paisaje en escalas más amplias.

Palabras clave: anuros, morfología, Hylidae, uso de hábitat, uso de suelo.

PENAYO, F. B. **Influence of local and landscape characteristics on the occupation of aquatic habitats of three amphibian species.** 2020. Master's dissertation of the Post-Graduation Program in Neo Tropical Biodiversity - Federal University of Latin American Integration, UNILA, Foz do Iguaçu, 2020.

ABSTRACT

The occupation of habitats by species within its range depends on several factors such as resource availability, environmental conditions, interspecific interactions, landscape characteristics, and species dispersal capacity. In this study, we evaluate the effects of environmental and landscape factors on the occupation and distribution of three species of amphibians of the Hylidae family with different body sizes. For this, we study a small, medium and large species, trying to understand whether the environmental factors characteristic of the body of water (depth, vegetation in the margin, vegetation in the water mirror and canopy cover) or landscape (types of land use) are determining factors in the occupation of these anurans. We were sampled 47 slow water bodies in urban and rural areas of the cities of Foz do Iguaçu and Santa Terezinha de Itaipú, west of Paraná, Brazil. The data were obtained during the rainy season of two consecutive years (from August 2017 to March 2019), each water body was sampled three times (between September and October, then between November and December and finally between January and March) during the day for sampling tadpoles and night for adult registration. For the analyses, linear models were made to measure the landscape effect scale and occupation models with both sets of characteristics (local and landscape) to determine which candidates together or separately are suitable for explaining species occupation. As a result, the scales of the effect that presented importance in the distribution varied between 200 and 800 meters of radius; occupation models were different for each species. The results promote the focus not only on local processes but also on the approach of landscape variables on broader scales.

Keywords: anuran, morphology, Hylidae, habitat use, land use.

SUMÁRIO

1. INTRODUCION	8
2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3. RESULTADOS	16
4. DISCUSION	18
5. CONSIDERACIONES FINALES.....	19
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	21

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de la ecología es buscar comprender qué factores determinan la distribución y abundancia de los organismos (Begon, Townsend, & Harper 2007; Boyce et al. 2016; Herrmann et al. 2005). La distribución geográfica de las especies está fuertemente influenciada por una combinación de factores bióticos y abióticos. La ocurrencia de las especies dentro de las áreas de distribución no es homogénea en términos de abundancia y no todas las manchas de hábitats están ocupadas, resultando en variaciones espaciales en la ocupación de las manchas (Herrmann et al. 2005; Pelinson, Garey & Rossa-Feres 2016). La existencia de hábitats adecuados (i.e., condiciones ambientales y disponibilidad de recursos) frecuentemente determina la ocupación y distribución espacial de una población, además existen otros factores que también ejercen influencia en las dinámicas poblacionales, como interacciones bióticas, barreras a la dispersión y disponibilidad de recursos. De este modo la selección tanto de hábitats como de micro hábitats adecuados son de fundamental importancia para las especies, visto que el éxito reproductivo está relacionado al ambiente en el cual está inserto (Murphy 2003).

Anfibios anuros tienden a seleccionar los locales donde irán a vocalizar en busca de parejas reproductivas, para muchas especies estos locales son ambientes acuáticos lenticos (Wells, 2007). Por poseer ciclos de vida complejos, con adultos terrestres y larvas acuáticas los anuros, están sujetos a diferentes factores tanto de los ecosistemas terrestres como de los acuáticos (Wells, 2007). La mayoría de los anuros requieren ambientes húmedos para vivir y reproducirse (Wells, 2007; Stuart et al., 2008), de esta manera el hábitat escogido para la ovoposición por los adultos tendrá influencia en la ocupación y consecuentemente la distribución espacial de los renacuajos en los hábitats acuáticos, visto que los renacuajos muchas veces están confinados dentro de los cuerpos de agua. De este modo, la elección de los hábitats adecuados por los anuros adultos son decisivos para todas las etapas de vida (Logue et al. 2011; Valdez et al. 2016) y la sobrevivencia de las larvas es crucial para la manutención de la población en hábitats terrestres (Melo et al. 2017).

La ocupación y consecuentemente la distribución espacial de los anuros es influenciada por factores que operan en diferentes escalas espaciales, tales como las características locales de los cuerpos de agua utilizados como sitios de canto para reproducción y también por las características del paisaje circundante (Pelinson, Garey & Rossa-Feres 2016). Entre los principales factores abióticos que pueden afectar la distribución de los anuros, especialmente en la fase larval, las características estructurales de los hábitats parecen ser las más importantes (Watson, McAlister & Pierce 2003), pues ellas interfieren directamente en la ocurrencia de las

especies en cada hábitat (Parris, 2001; Touchon & Warkenti, 2008; Melo et al. 2017). Dentro de las características locales de los cuerpos de agua la profundidad es una medida de volumen que refleja el área del hábitat disponible y es esperado que en cuerpos de agua de mayor profundidad permitan la ocurrencia de especies de diferentes tamaños debido a que presentan una mayor heterogeneidad cuanto a los micro hábitats. Otra variable importante es la cobertura del dosel sobre el cuerpo de agua la cual está relacionada a la adaptación de las especies para ambientes forestales o área abierta (Van Buskirk, 2005). Además la cobertura de dosel influencia también la entrada de luz y la productividad primaria dentro de los cuerpos de agua, lo que afecta la calidad nutricional de los alimentos ingeridos por los renacuajos (Schiesari, 2006). La vegetación tanto en la margen de los hábitats acuáticos quanto en el espejo de agua son factores claves para el mantenimiento de las especies, ya que proporciona una mayor heterogeneidad ambiental, pues favorece la existencia de una mayor variedad de micro hábitats tanto en estratos verticales como horizontales, bien como locales para la alimentación y abrigo por lo tanto, asegura que se cumplan varios requisitos específicos de especie (Prado & Rossa-Feres, 2014; Almeida et al. 2015; Pelinson, Garey & Rossa-Feres, 2016).

Además de las características locales de los cuerpos de agua, las dinámicas en el ecosistema terrestre alrededor de los cuerpos de agua afectan la estructura dinámica de las poblaciones. Cambios en la cobertura del suelo constituyen factores importantes y determinantes que afectan la ocupación, la distribución espacial y la estructura dinámica de las poblaciones afectando así aspectos claves del funcionamiento del sistema terrestre (Lambin et al., 2001). Los usos del suelo más conocidos son los ocasionados por la conversión de áreas naturales, como los bosques, en áreas para prácticas agrícolas y para la urbanización (Acevedo & Delibes-Mateos, 2013). En paisajes antropizados muchas veces los cuerpos de agua utilizados por los anuros para la reproducción están separados de las manchas de vegetación donde las especies viven (Dunning et al. 1992; Becker et al. 2007). De este modo, el mantenimiento y la supervivencia de las poblaciones de anfibios anuros en paisajes antropizados requiere la disponibilidad de hábitats acuáticos adecuados, como un cuerpo de agua (estanque, presa, lago, humedal o pantano) o hábitats terrestres (Van Buskirk, 2005; Wells, 2007). La presencia de áreas naturales como bosques en el paisaje son importantes, pues muchas especies de anuros utilizan los bosques como áreas de abrigo, alimentación y se mueven para cuerpos de agua durante el periodo reproductivo (Becker et al. 2007).

La estructura del paisaje circundante influye en el movimiento de los individuos entre los cuerpos de agua (Hansen et al. 2019; Cushman, 2006). La habilidad de moverse a través del paisaje es crítico para la persistencia de las poblaciones pues muchas deben moverse das áreas

de bosques u otras áreas de abrigo para los sitios de canto y desova (Bannar-Martin et al. 2018; Smith & Green, 2005). En este sentido también es importante la escala en que se mide la estructura del paisaje, ya que dependiendo de la escala la relación especie-paisaje pueden variar de manera diferente (Van Buskirk, 2005; Jackson & Fahrig, 2014). De manera general, los atributos del paisaje en escalas más restrictas tendrán mayor impacto en las especies con menor vagilidad (Galán-Acedo et al. 2018; Cosgrove, McWhorter & Maron, 2017). En el caso de los anfibios, la capacidad de dispersión de las especies es poco conocida, pero se espera de manera general que cuanto mayor el tamaño corporal, mayor tiende a ser la capacidad de dispersión de la especie (Jenkins et al. 2007). De este modo, se espera que cuanto menor el tamaño corporal mayor será la influencia del paisaje sobre las especies, debido a la menor capacidad de dispersión.

El objetivo del presente estudio consistió en evaluar (i) si existe una relación entre tamaño corporal y la escala espacial de los efectos del paisaje sobre las especies de anuros, en el cual cuanto mayor el tamaño de la especie, mayor será la escala espacial de los efectos del paisaje; (ii) evaluar la influencia de características del paisaje y características intrínsecas del cuerpo de agua en la ocupación y distribución espacial de tres especies de anfibios de tamaños diferentes. Basamos nuestro trabajo en tres especies de anfibios pertenecientes a la familia Hylidae, en que los adultos presentan diferentes tamaños corporales, con todo poseen el mismo hábito arborícolas, utilizando arbustos, y hierbas como sitios de canto, y el mismo modo reproductivo; donde los huevos son depositados en cuerpos de agua lenticos y los renacuajos se desarrollan y alimentan activamente (Haddad & Sawaya, 2000; Haddad & Prado, 2005). Esperamos la ocupación de las especies menores y de tamaño medio sean influenciadas por las características locales intrínsecas del cuerpo de agua y en menor escala del paisaje, mientras que la ocupación de los individuos mayores sea influenciada por escalas mayores y atributos del paisaje.

2. METODOLOGÍA:

Área de estudio:

El presente trabajo fue realizado en 47 cuerpos de agua localizados en las ciudades de Foz de Iguazú y Santa Terezinha de Itaipú, en el oeste del estado de Paraná, Brasil entre las latitudes 25° 25' S y 25° 35' S y las longitudes 54° 25' O y 54° 35' O. La región está inserta en el bioma de bosque atlántico caracterizado principalmente por cobertura vegetal de Floresta Estacional semidecídua, restando, además del Parque Nacional de Iguazú y de las áreas de bosque de ribera de los ríos Iguazú y Paraná, apenas algunos pequeños fragmentos de bosques esparcidos (ICMBio, 2018). De acuerdo a la clasificación de Köppen-Geiger, el clima corresponde mayormente al tipo *Cfa* caracterizado por veranos cálidos e inviernos frescos, con concentración de precipitaciones durante los meses de verano (Alvares et al., 2013). La temperatura máxima puede llegar a los 40°C y en general el promedio anual de máxima sería 26°C y la mínima de 15°C (Salamuni et al., 2002). La pluviosidad media anual es de 1712 mm y con una humedad relativa de aire de hasta 80% (Salamuni et al., 2002).

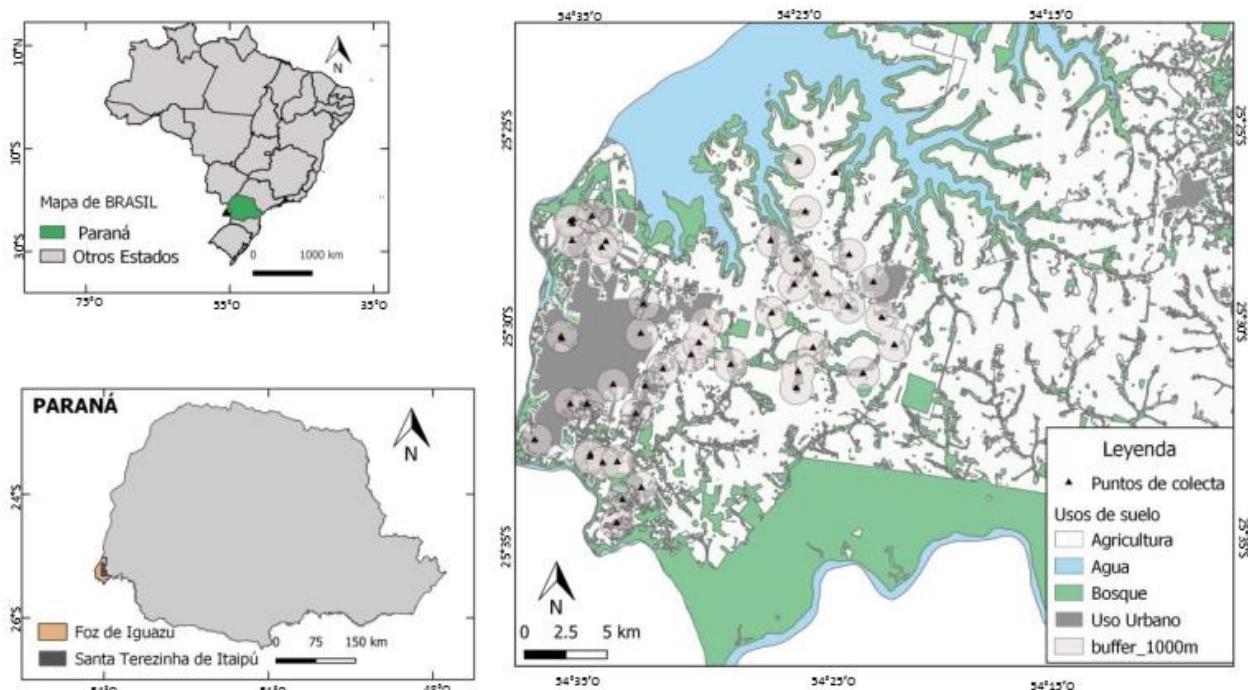


Figura 1. Mapa de localización geográfica del área de estudio, y los 47 cuerpos de agua estudiados en las ciudades de Foz de Iguazú y Santa Terezinha de Itaipú, oeste de Paraná al Sur de Brasil. Fuente: geo catálogo del Ministerio del ambiente MMA

Características de las especies estudiadas

Las tres especies pertenecen a la familia Hylidae, difieren entre sí por el tamaño, fueron medidos individuos de larvas obteniéndose comparativamente *Dendropsophus nanus* (Boulenger, 1889) una especie de tamaño pequeño, *Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) posee un tamaño medio y *Boana albopunctata* (Spix, 1824) una especie de tamaño grande (Tabla 2). Las tres especies presentan distribución en las regiones noreste, central, sur y sureste de Brasil, nordeste de Argentina, este de Bolivia, Paraguay, norte de Uruguay (Frost 2019). Los machos generalmente vocalizan desde vegetación en la margen, plantas acuáticas emergentes o arbustos bajos al lado del agua, desde el anochecer hasta después de la medianoche (Frost 2019; Menin et al 2005). (Frost 2019; Menin, Rossa-Feres, & Giaretta 2005). Estas tres especies presentan el mismo modo reproductivo, en el cual los huevos son depositados directamente dentro del agua en ambientes lenticos, con renacuajos exotróficos y sin ningún cuidado parental con los renacuajos (Haddad & Prado 2005). Las principales amenazas para el declive de estas poblaciones según son las alteraciones y pérdida general del hábitat, modificación del hábitat por deforestación o actividades relacionadas con la tala, la agricultura intensiva o pastoreo, y la presencia de depredadores (naturales o introducidos) (IUCN 2019).

Tabla 1. Tamaño corporal relativo de las especies estudiadas

Species	Promedio Longitud corporal (larvas n=15)	Longitud rostro-cloacal Adultos (Provete et al. 2011)
<i>Dendropsophus nanus</i>	25,46mm	18 - 22 mm
<i>Dendropsophus minutus</i>	33,38mm	22 - 24 mm
<i>Boana albopunctata</i>	49,87 mm	41 - 59 mm

Obtención de los datos

Los datos fueron obtenidos durante la estación lluviosa de dos años consecutivos (de agosto de 2017 a marzo de 2019), cada poza fue muestreada tres veces, una al comienzo de la época lluviosa entre agosto a octubre; la segunda en el medio entre noviembre a enero; y la tercera colecta al término de la estación de lluvia entre febrero y marzo con el fin de tener un intervalo de 30 días entre cada evento de muestreo de los cuerpos de agua en busca de los anuros. Para la colecta de renacuajos se realizó durante periodos del día utilizando una red de tela metálica con 32 centímetros de diámetro y con malla de 3 mm². La red fue pasada por todo el cuerpo de agua por 60 minutos buscando muestrear diferentes tipos de hábitats que pueden ser utilizados por los renacuajos (Jordani et al. 2017), totalizando 180 minutos de muestreo en cada cuerpo de agua. Para la coleta de los adultos, fue en el intervalo nocturno (18:00-00:00hs) empleando el método de búsqueda activa en los sitios de reproducción (Scott Jr. & Woodward, 1994), donde por lo

menos tres personas realizaban las búsquedas. Así se registraba en el momento si individuos de la especie estaban presentes durante de la colecta.

Los especímenes de renacuajos colectados fueron fijados y conservados en una solución 1:1 de formol 10% y alcohol 70%, y los adultos colectados fueron fijados en solución formalina a 10% e posteriormente conservados en alcohol 70%. Todos individuos fueron identificados siguiendo la clave de renacuajos de Rossa-Feres & Nomura (2006),) y adultos (Provete et al. 2011), consulta a las descripciones originales y visitas a las colecciones niológicas para certificar las identificaciones, seguidamente depositados como testimonio en la colección herpetológica Bertha Lutz de la Universidad Federal de Integración Latinoamericana (CA-UNILA).

Las variables locales (estructura de hábitat) para cada cuerpo de agua que fueron medidas son: (i) profundidad máxima, (ii) porcentaje de vegetación sobre el espejo de agua, (iii) tipos de vegetación en la margen, (iv) la cobertura de dosel. Para realizar la medición de la profundidad máxima fue utilizada cinta métrica considerando la máxima profundidad de cada poza, medida en centímetros. La variable porcentaje de vegetación sobre el espejo de agua fue obtenida en campo midiendo el área ocupada por las manchas de vegetación, ya la variable tipos de vegetación en la margen fueron obtenidas a través de la inspección visual en campo. La vegetación en margen se estableció hasta dos metros alrededor del cuerpo de agua, se clasificó en tres categorías: gramínea, arbustiva y arbórea que posteriormente fueron categorizados en valores factoriales. De esta forma, en donde había un solo tipo de vegetación (ej. gramínea) asume el valor de uno y en los cuerpos de agua presente dos (ej. gramínea y arbustiva o arbórea y arbustiva) el valor que asume para este cuerpo de agua es dos o tres si están presentes los tres tipos de vegetación. Para mensurar la cobertura de dosel sobre el cuerpo de agua fueron realizadas fotografías tomadas en los cuatro puntos cardinales a partir del suelo a una altura fija determinada y una en el centro de cada cuerpo de agua. Las fotos fueron tomadas con la misma máquina a una altura estandarizada. Posteriormente estas imágenes fueron analizadas en el programa GLA (*gap light analyzer*) versión 2.0 (Frazer, Canham & Lertzman, 1999) que determina el porcentaje de dosel visible.

Para las medidas y caracterización del paisaje circundante se utilizó un mapa de imagen satelital vectorizado de las ciudades de Foz de Iguazú y Santa Terezinha, disponible en el geo catálogo del Ministerio del ambiente (MMA, 2013). Los usos de suelo fueron clasificado y agrupados en cuatro categorías evaluadas en hectáreas: (i) uso agrícola, (ii) bosque, (iii) agua, y (vi) usos urbanos. Para cada punto fueron realizados diez buffers de distintos tamaños (de 100m hasta 1000m de radio) a fin de obtener qué tipos de usos del suelo y la influencia del tamaño de los distintos buffers sobre la presencia de las especies muestreadas. Las medidas y los análisis

mencionados anteriormente fueron realizados utilizando el *software* de geoprocесamiento QGis versión 3.0.3-Girona (QGis, 2011).

Se realizó además análisis de estructuración espacial mediante la técnica denominada *Moran Eigenvector Maps* (MEM) que posibilita detectar y cuantificar patrones espaciales sobre un rango amplio de escalas, colocando las coordenadas geográficas (latitud y longitud) en diferentes combinaciones de matrices de distancias. Siguiendo el protocolo de selección de una matriz de ponderación espacial propuesto por Bauman et al. (2018) este procedimiento no generó ningún MEM positivo o significativo. Eso significa que no hay una estructuración espacial en la variación de abundancia de las especies estudiadas y, de esta forma, la variable espacial no fue utilizada en los análisis subsecuentes.

Tabla 1. Variación de descriptores en los cuerpos de agua. Son presentados el promedio, desvío estándar, y los valores mínimos y máximos de las variables medidas.

	MIN	MAX	Promedio	DESVEST
Variables locales				
Profundidad(cm)	3	500	63.49	91.26
Vegetación espejo del agua (%)	0	100	46.52	36.34
Vegetación en margen	1	3	2	0,75
Cobertura de dosel (%)	0	70.0	12.19	18.37
Variables del paisaje - Tipos de uso de suelo				
Agricultura (ha)	0	203.86	67.63	74.51
Agua superficial (ha)	0	15.18	1.33	2.76
Bosque (ha)	0	90.73	16.25	21.48
Urbano (ha)	0	202.16	24.67	50.48

Análisis estadísticos

Para el análisis de datos fueron elaboradas matrices con datos de presencia/ ausencia de las tres especies de anuros: *Dendropsophus nanus*, *Dendropsophus minutus*, *Boana albopunctata* y matrices de variables ambientales con las características estructurales locales de los cuerpos de agua, y otra con los datos del paisaje obtenidos a partir de los *buffers*.

Primeramente verificamos la multicolinealidad entre las variables independientes, calculando el factor de inflación de varianza (VIF) en donde conservamos las variables que

presentaban valores de VIF < 3 indican la presencia de multicolinealidad (Quinn & Keough, 2002). Las medidas de las variables independientes fueron transformadas estandarizadas por estadística Z, siendo así el promedio de cada variable igual a cero y el desvío estándar igual a uno para tornar comparable las variables independientes, debido a las variaciones en las escalas y unidades de medida.

Para evaluar en qué escala espacial (tamaño del *buffer*) cada especie responde mejor a las características del paisaje fueron realizado modelos lineales generalizados (GLM) entre el vector de presencia-ausencia de cada especie, el vector abundancia y cada uno de los valores de uso de suelo de los buffers obtenidos del paisaje. Así fueron realizados en total para cada especie diez modelos con los buffers de 100 a 1000 metros, y seleccionando posteriormente el modelo de *buffer* adecuado por su el criterio de información de Akaike corregido (AICc), siendo el mejor modelo aquel que presentó menor el menor valor de Akaike. De esta forma se obtiene el buffer que mejor se aplica a la variación de la abundancia cuyos valores de uso de suelo serán utilizados para los análisis subsecuentes (Burnham & Anderson 2002; Jackson & Fahrig 2014).

Para investigar la influencia de las variables locales y del paisaje en la distribución y ocupación de las tres especies en los cuerpos de agua, fueron elaborados modelos de ocupación, estos modelos se generan por una combinación de dos tipos de procesos; i) el proceso de ocurrencia (Ψ) es decir, si el sitio está o no ocupado por la presencia de la especie ii) un proceso de detección (probabilidad p) que depende de los rendimientos observacionales, considerándose variables latentes (Fiske & Chandler 2011; MacKenzie et al. 2002). Estos modelos permiten la inclusión de variables de sitio (e.g., estructura de hábitat y del paisaje), así como covariables que varían con el tiempo (p. ej., época de muestreo) permitiendo determinar la influencia de las variables en la ocupación de los sitios (ver MacKenzie et al. 2002).

La estación en la que fueron colectadas las muestras (*i.e.* inicio, medio, final de la estación lluviosa) y el año en que fue realizado (2017-2018 primer año de colecta, y 2018-2019 segundo año de colecta) fueron consideradas variables que afectan la probabilidad p de detección de las especies (Fiske & Chandler 2011) debido a los cambios climáticos y su influencia en la fenología de las especies. Las variables de sitio que fueron utilizadas son las características del cuerpo de agua: profundidad, vegetación en el espejo de agua, vegetación en la margen y cobertura del dosel, y las características del paisaje: cantidad de uso agrícola, bosque, agua y usos urbanos. Utilizamos las combinaciones de las variables medidas, para generar un conjunto de modelos ya sea solas o combinadas, manteniendo constante la detección para determinar en qué medida éstas variables influyen en la ocurrencia de especies. Así, este proceso resultó en modelos que fueron sujetos a la selección de modelos basados en el criterio de Akaike corregido

(AICc). Para valorar el ajuste de los modelos candidatos se utilizó el Criterio de Información de Akaike corregido (AICc) que calcula y compara el ajuste de cada modelo (Burnham & Anderson, 2002). Los análisis se realizaron en el programa R en su versión 3.4.3 (R Development Core Team, 2017) donde para los análisis espaciales se utilizó las funciones *knearest()*, *knn2nb()* del paquete *adespatial* (Dray et al. 2019). Para la estandarización de las variables y el análisis del factor de inflación de variancia (VIF) las funciones *decostand()* y *vifstep()* del paquete *vegan* (Oksanen et al. 2019) y *usdm* (Naimi et al. 2014). Y para los modelos de construcción con todas las posibles combinaciones de ocupación fueron elaborados utilizando la función *occu()*, para datos de detección/ no detección, del paquete ‘unmarked’ (Fiske & Chandler 2011).

3. RESULTADOS

Registramos a la especie *Dendropsophus nanus* en 34 puntos, *Dendropsophus minutus*, en 21 puntos y *Boana albopunctata* en 17 puntos con al menos una detección. En total fueron 864 larvas colectadas en las tres etapas de colecta, siendo 30% de los individuos pertenecen a la especie *D. nanus*, 41% la especie *D. minutus* y la especie *B. albopunctata* representó el 29% del total colectado.

Las escalas de efecto que presentaron importancia en la distribución de abundancia variaron entre 200 a 800 metros de radio. Para las especies de tamaño pequeño y mediana (*D. nanus* y *D. minutus* respectivamente) el *buffer* con las variables del paisaje que mejor explican la variación en la distribución fue un radio de 200 metros alrededor del cuerpo de agua. Para la especie de tamaño grande *B. albopunctata*, el buffer que mejor explica la variación de presencia-ausencia y abundancia de los individuos fue el de 800 metros de radio como se puede observar en la figura 2. Así, de esta manera fueron utilizados los valores de usos de suelo de 200m para *D. nanus* y *D. minutus*, y de 800m para *B. albopunctata* para los análisis posteriores de ocupación.

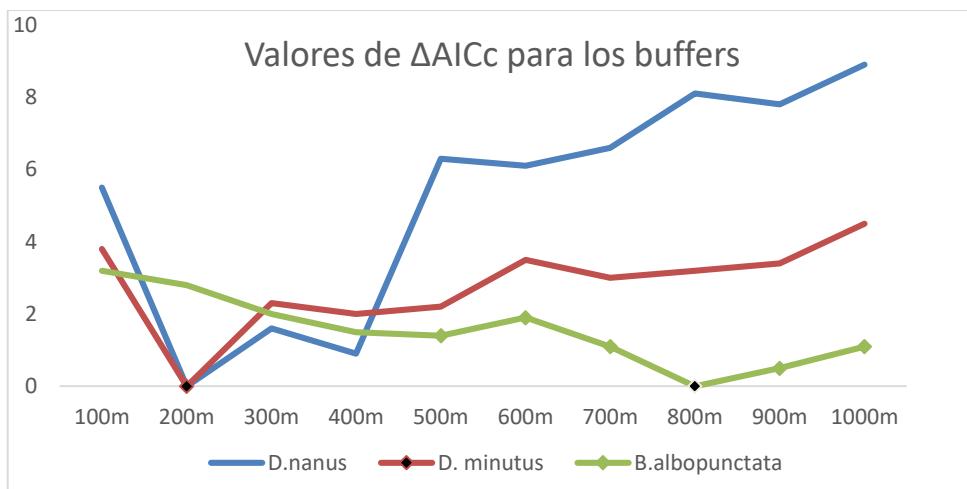


Figura 2. Valores de ΔAICc de los modelos lineales generalizados realizados para explicar la distribución de la abundancia de las tres especies estudiadas. Para los análisis fueron utilizados los *buffers* con menor valor de Akaike corregido.

Para *Dendropsophus nanus* la ocupación de los cuerpos de agua es dependiente de las características locales (vegetación en el espejo de agua, tipos de vegetación en la margen y profundidad) y del paisaje (cantidad de áreas con agua y bosque), no obstante la detección no fue relacionada con ninguna de las variables mensuradas. La ocupación y la detección de los individuos de *D. minutus* fueron influenciadas por las variables locales cobertura de dosel sobre el cuerpo de agua y los tipos vegetación en la margen de los cuerpos de agua. Para *B. albopunctata* la ocupación fue determinada apenas por las características del paisaje (cantidad de agua y bosque), así también la detección fue influenciada por la variación por la cantidad de agua y bosque en el paisaje (Tabla 3).

Tabla 3. Los modelos más parsimoniosos utilizados para examinar la ocupación de tres especies de anuros con variables locales y del paisaje de los cuerpos de agua de Foz de Iguazú y Santa Terezinha de Itaipú. Son presentados los mejores modelos para explicar la variación en la ocupación de los cuerpos de agua de las especies estudiadas.

Modelos	K	AICc	ΔAICc	wAICc
<i>Dendropsophus nanus</i>				
Ψ (Espejo) p(.)	3	171,12	0,00	0,21
Ψ (Veg. margen) p(.)	3	171,93	0,81	0,14
Ψ (Agua) p(.)	3	173,04	1,92	0,08
Ψ (bosque) p(.)	3	173,04	1,92	0,08
Ψ (Profundidad) p(.)	3	173,06	1,94	0,08
Ψ (Dosel) p(.)	3	175,45	2,76	0,05
<i>Dendropsophus minutus</i>				
Ψ (Dosel) p(.)	3	113,09	0,00	0,15
Ψ (Veg. margen) p(.)	3	113,23	0,14	0,14
Ψ (.) p(.)	2	113,47	0,38	0,12
Ψ (.) p(Dosel)	3	114,86	1,77	0,06
Ψ (.) p (Veg. Margen)	3	114,88	1,79	0,06

Ψ (Agua) p (.)	3	115,35	2,26	0,04
<i>Boana albopunctata</i>				
Ψ (.) p (Agua)	3	125,12	0,00	0,20
Ψ (.) p (Bosque)	3	125,12	0,00	0,20
Ψ (Agua) p (.)	3	125,37	0,25	0,18
Ψ (Bosque) p (.)	3	125,37	0,25	0,18
Ψ (Dosel) p (.)	3	129,95	2,47	0,04

Abreviaciones: K- número de parámetros; AICc – Criterio de Información de Akaike corregido; Δ AICc – diferencia entre criterio de Información de Akaike corregido; wAICc – peso del Criterio de Información de Akaike corregido; Espejo - vegetación en el espejo de agua; veg. Margen- tipos de vegetación en la margen; Dosel - cobertura de dosel sobre el cuerpo de agua, Profundidad- Profundidad máxima del cuerpo de agua; p (.) – parámetros de detección constantes; Ψ (.) - parámetros de ocupación constantes; Agua - cantidad de agua alrededor de la poza; Bosque - cantidad de bosque alrededor de la poza. Son mostrados modelos cuyos Δ AICc son menor que 2 y wAICc sumados menor que 0,7 (Burnham & Anderson 2002).

4. DISCUSION

Fue verificado que la especie de mayor tamaño corporal responde mejor a las características del paisaje en una escala más amplia que las especies de menor porte. Además de eso, fue verificado que tanto las variables del paisaje cuanto las locales de los cuerpos de agua están asociados a la ocupación y detección de las especies. Verificamos que los atributos del paisaje influencian de manera distinta a las especies con historias de vida similares, pero con variación en el tamaño del cuerpo. Pues el menor buffer (de 200 metros) fue relevante para las especies de menor y tamaño medio *D. nanus* y *D. minutus*, y de un buffer más grande (de 800 metros) para la especie *B. albopunctata*. Las escalas de efecto del paisaje para estas poblaciones reflejan que características alrededor de cada poza son importantes para los anfibios y que la influencia del paisaje es percibida de manera diferente entre las especies. De manera general, especies mayores, que tienden a poseer mayor movilidad (Jenkins et al. 2007), son afectadas por variaciones en escalas más amplias cuando comparada con especies menores especialmente teniendo en cuenta las relaciones entre el tamaño corporal y muchas otras características que intuitivamente pueden estar relacionados con la escala que las especies responden a su entorno. Este patrón ya fue observado en otros grupos de animales especialmente en invertebrados y aves (Roland & Taylor, 1997; Holland, Fahrig & Capuccino, 2005), sugiriendo que un mayor movimiento de las especies más grandes está detrás de la relación entre la longitud del cuerpo y la escala característica de respuesta.

La ocurrencia de las especies está fuertemente asociada a características bióticas e abióticas del entorno en el cual está inserto, la caracterización de los sitios ocupados y no ocupados permiten conocer la dinámica de las poblaciones y para identificación de redes de parches o manchas de hábitat adecuados para las especies (Joly et al., 2001; Bosch & Martínez-Solano 2003). Observamos que los modelos que explican la ocupación de hábitats para la especie de menor tamaño son las que incluyen características del cuerpo de agua en especial la vegetación en el margen y en el espejo de agua. La presencia de vegetación están relacionados con las preferencias de hábitat conocidos y mecanismos que ya fueron observados en otros estudios (Menin et al 2005; Resetarits, 2005; Silva, Gibbs & Rossa-Feres, 2011). Además de los aspectos locales, dos modelos que incluyen atributos del paisaje fueron también plausibles para explicar la ocupación para esta especie que fue la presencia de cuerpo de agua y la presencia de bosque en el paisaje, estos dos factores sugieren que la especie percibida de aptitud de hábitat abarca múltiples escalas.

Para *D. minutus*, la especie mediana los modelos que mejor explican su ocurrencia fueron aquellos en donde que incluían las variables locales específicamente cobertura de dosel y

vegetación en la margen, constituyendo también factores que afectan su detección. Fue observado que para esta especie la estructura de la vegetación en la margen desempeña importante para la vocalización, siendo encontrados en áreas abiertas, en el borde del bosque y en el interior de floresta (Carvalho & de Jesus 2013)

Verificamos que la presencia de bosque y agua en el paisaje afecta la ocupación de sitios de canto por *Dendropsophus nanus* y *Boana albopunctata* afectando también la probabilidad de detección de *Boana albopunctata*. En paisajes antropizados muchos de los remanecientes de bosque están aislados de los cuerpos de agua utilizados por los anuros para la reproducción, de esta forma muchas especies que viven en los remanecientes de bosques acaban usando las pozas en áreas abiertas para la reproducción (Becker et al. 2007). Las manchas de bosques en el paisaje son utilizados por los anuros como refugio, abrigo y área de forrajeo (Marsh & Trenham, 2001; Cushman, 2006; Weyrauch & Grubb, 2004; Silva & Rossa-Feres, 2007; Collins & Fahrig, 2017). Estudios ya demostraron la importancia de las manchas de bosque en la estructura de las comunidades de anuros (Silva & Rossa-Feres, 2007; Prado & Rossa-Feres, 2014) y también en la dinámica de las poblaciones. Además de esto, la presencia de bosques aumenta la heterogeneidad de los paisajes, facilitando el movimiento de los adultos, pues los bosques pueden ser utilizados como áreas de trampolín (*stepping stones*) estableciendo conectividad entre las pozas. De esta manera también, para poblaciones de individuos de tamaño comparativamente mayor la presencia de bosques y cuerpos de agua en el paisaje circundante adquiere importancia en su detección, ya que los sitios donde fueron encontrados.

La caracterización de los sitios ocupados y no ocupados permiten conocer la dinámica de las poblaciones que a su vez son importantes para los enfoques que se ocupan de la identificación de redes de parches manchas de hábitat adecuados. De esta manera, estudios poblacionales, pueden ayudar a planear y refinar mejor las estrategias de conservación existentes y proponer mejoras en paisajes urbanos y rurales.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La contribución de las características locales y del paisaje tiene implicaciones importantes para comprender cómo se rige la ocupación de hábitat para el manejo de las poblaciones de anfibios. Así, los resultados promueven el enfoque no sólo en los procesos locales, sino también el abordaje de variables de paisaje en escalas más amplias (Van Buskirk, 2005). Las características de los cuerpos de agua utilizados para la reproducción también fueron importantes para explicar la variación en la ocupación de las especies de anuros. En el caso de

los anuros la selección de hábitats para la reproducción tiene una gran relación con las características ambientales estructurales de los cuerpos de agua, y el paisaje circundante. Como resultado se observa que existen algunas diferencias en la escala a nivel de paisaje, siendo que especies menores son afectadas en una escala menor y especies grandes abarcan un buffer más amplio. Así también los tipos variables: las principales variables que influencian en la especie de menor tamaño son relacionadas a la vegetación en el espejo de agua y en la margen, y también del paisaje presencia de bosque y cuerpos de agua alrededor del sitio, a la especie mediana son principalmente características locales de cobertura de dosel y vegetación en la margen y la especie mayor relacionadas a la presencia de cuerpo de aguas y bosque alrededor del sitio de reproducción, es decir características del paisaje a una escala mayor. Al reconocer rasgos de historia de vida, en combinación con un enfoque basado en características del paisaje hacia especies puede dar lugar a resultados de conservación más exitosas. Los estudios locales son un punto de partida para estudios comparativos que, aunque todavía son escasos, son relevantes porque ayudan a cuantificar el rango específico de tolerancia en hábitats muy diferentes y pueden ofrecer información valiosa para el manejo de las poblaciones de anfibios.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACEVEDO, P., & DELIBES-MATEOS, M. (2013). Efectos de los cambios en los usos del suelo en las especies cinegéticas en el sur de España: repercusiones para la gestión. *Ecosistemas*, 22, 33-39.
- ALMEIDA, A. P., RODRIGUES, D. D., GAREY, M. V., & MENIN, M. (2015). Tadpole richness in riparian areas is determined by niche-based and neutral processes. *Hydrobiologia*, 123-135.
- ALVARES, C. A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C, GONÇALVES, L.M. & SPAROVEK, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 711–728.
- BANNAR-MARTIN, K. H.; KREMER, C. T.; ERNEST, S. K. M., LEIBOLD, M. A., AUGE, H., CHASE, J.; et al. (2018). Integrating community assembly and biodiversity to better understand ecosystem function: the Community Assembly and the Functioning of Ecosystems (CAFE) approach. *Ecology Letters*, 21:167–180.
- BAUMAN, D., DROUET, T., FORTIN, M. J. & DRAY, S. 2018. Optimizing the choice of a spatial weighting matrix in eigenvector-based methods. *Ecology*, 2159-2166.
- BECKER, C. G., FONSECA, C. R., HADDAD, C. F. B., BATISTA, R. F., & PRADO, P. I. (2007). Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. *Science*, 1775–1777.
- BEGON, M., TOWNSEND, C. R., & HARPER, J. (2007). *Ecología: de individuos a ecosistemas*. Porto Alegre: Artmed.
- BOSCH, J. & MARTÍNEZ-SOLANO, I. (2003). Factors Influencing Occupancy of Breeding Ponds in a Montane Amphibian Assemblage. *Journal of Herpetology*, 410-413.
- BOYCE, M. S., JOHNSON, C. J., MERRILL, E.H., NIELSEN, S., SOLBERG, E.J. & MOORTER, B.V. (2016). “Can habitat selection predict abundance?” *Journal of Animal Ecology* 85:11–20.
- BURNHAM, K. P., & ANDERSON, D. R. (2002). Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Nueva York: Springer.
- CARVALHO, L. & de JESUS, N. R. (2013). Partilha de nicho entre duas espécies do gênero *Dendropsophus* (AMPHIBIA , ANURA), *Dendropsophus minutus* (PETERS , 1872) e *Dendropsophus nanus* (BOULENGER , 1889), em uma área no Município de Cuiabá, Mato Grosso; Connection line - Revista Eletrônica do UNIVAG, 3-11.
- COLLINS, S. J., & FAHRIG, L. (2017). Responses of anurans to composition and configuration of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystem and environment*, 399-409.
- COSGROVE, A., MCWHORTER, T & MARON, M. (2017). Consequences of impediments to animal movements at different scales: A conceptual framework and review. *Biodiversity Review*, 448-459.
- CUSHMAN, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biological Conservation*, 231-240.
- DRAY, S., BAUMAN, D., BLANCHET, G; BORCARD, D.; CLAPPE, G. G., THIBAUT J., e t al. (2019). adespatial: Multivariate Multiscale Spatial Analysis. R package version 0.3 -4. <https://CRAN.R-project.org/package=adespatial>
- DUNNING, J. B., DANIELSON, B. J., PULLIAM, H. R. (1992). Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*, 169-175.
- FISKE, I. J. & CHANDLER, R. C. (2011). Unmarked: An R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. *Journal of Statistical Software*, 43:1-23.
- FRAZER, G. W., CANHAM, C. D., & LERTZMAN, K. P. (1999). Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. Millbrook, New York: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies.

- FROST, D. R. (2019). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Electronic Database New York, USA. Acceso el 7 de abril de 2019 (<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.)
- GALÁN-ACEDO, C., ARROYO-RODRÍGUEZ, V., ESTRADA, A. & RAMOS-FERNANDEZ, G. (2018). Drivers of the spatial scale that best predict primate responses to landscape structure. *Ecography*, 2027-2037.
- HADDAD, C., & PRADO, C. (2005). Reproductive Modes in Frogs and their unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, 207-217.
- HADDAD, C. F. B. & SAWAYA, R. J. 2000. Reproductive modes of Atlantic forest hylid frogs: a general overview and the description of a new mode. *Biotropica*, 862-871.
- HANSEN, N. A., SCHEELE, B. C., DRISCOLL, D. A., & LINDENMAYER, D. B. (2019). Amphibians in agricultural landscapes: the habitat value of crop areas, linear plantings and remnant woodland patches. *Animal Conservation*, 72-82.
- HERRMANN, H. L., BABBITT, K. J., BABER, M. J. & CONGALTON, R. G. (2005). Effects of landscape characteristics on amphibian distribution in a forest-dominated landscape. *Biological Conservation*, 139–149.
- HOLLAND, J., FAHRIG, L., & CAPUCCINO, N. (2005). Body size affects the spatial scale of habitat-beetle interactions. *Oikos*, 101-108.
- ICMBIO, Instituto Chico de Conservação da Biodiversidade. (2018). Plano de Manejo do Parque nacional do Iguaçu. Brasilia
- IUCN (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-3. <http://www.iucnredlist.org>. Acceso en 10 Diciembre 2019.
- JACKSON, H. B., & FAHRIG, L. (2014). Are ecologists conducting research at the optimal scale? *Global Ecology and Biogeography*, 1-12.
- JENKINS, D. G., BRESCACIN, C. R., DUXBURY, C. V., ELLIOTT, J. A., EVANS, J. A., GRABLOW, K.R., HILLEGASS, M., et al. (2007). Does size matter for dispersal distance? *Global Ecology and Biogeography*, 16: 415-425.
- JORDANI, M. X., DE MELO, L. S. O., DE SOUZA QUEIROZ, C., DE CERQUEIRA ROSSA-FERES, D., & GAREY, M. V. (2017). Tadpole community structure in lentic and lotic habitats: richness and diversity in the Atlantic Rainforest lowland. *Herpetological Journal*, 299-306.
- JOLY, P., MIAUD, C., LEHMANN, A. & GROLET, O. (2001). Habitat matrix effects on pond occupancy in newts. *Conservation Biology*, 15:239–248
- LAMBIN, E., TURNER, B., GEIST, H., AGBOLA, S., ANGELSEN, A., BRUCE, J., et al. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 261-269.
- LOGUE, J. B., MOUQUET, N., PETER, H. & HILLEBRAND, H. (2011). “Empirical approaches to metacommunities: A review and comparison with theory”. *Trends in Ecology and Evolution*, 26:482–91.
- MACKENZIE, D. I., NICHOLS, J.D., LACHMAN, G. B, DROEGE, S. ROYLE, A., & LANGTIMM, C.A. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one”. *Ecology* 83(8):2248–55.
- MARSH, D. M., & TRENHAM, P. C. (2001). Metapopulation Dynamics and Amphibian Conservation. *Conservation Biology*, 40-49.
- MELO, L. S., GONÇALVES-SOUZA, T., GAREY, M. V., & ROSSA-FERES, D. (2017). Tadpole species richness within lentic and lotic microhabitats: an interactive influence of environmental and spatial factors. *Herpetological Journal*, 339-345.
- MENIN, M., ROSSA-FERES, D. R & GIARETTA, A. A. (2005). “Resource use and coexistence of two syntopic hylid frogs (Anura, Hylidae)”. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22:61–72.

- MMA, GEO CATÁLOGO. (2013). Catálogo de Imagens de satélite RapidEye do Ministério do Meio Ambiente. Geo Catálogo MMA. <http://geocatalogo.mma.gov.br/>. Acceso: 24 de marzo de 2019.)}
- MURPHY, P. J. (2003). Context-dependent reproductive site choice in a Neotropical. *Behavioral Ecology*, 626-633.
- NAIMI, B. (2017). usdm Uncertainty Analysis for Species Distribution Models. R package version 1.1-18.
- OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., FRIENDLY, M., LEGENDRE, P., MINCHIN, P., O'HARA, R. B., ET AL. (2019). vegan, Community Ecology Package. R package version 2.5-5.
- PARRIS, K. M. (2001). Distribution, habitat requirements and conservation of the cascade tree frog (*Litoria pearsoniana*, Anura: Hylidae). *Biological Conservation*, 285-292.
- PELINSON, R., GAREY, M. V., & ROSSA-FERES, D. (2016). Effects of Grazing Management and Cattle on Aquatic Habitat Use by the Anuran *Pseudopaludicola mystacalis* in Agro-Savannah Landscapes. *PLoS One*, 1-14.
- PRADO, V. H., & ROSSA-FERES, D. D. (2014). Multiple Determinants of Anuran Richness and Occurrence in an Agricultural Region in South-Eastern Brazil. *Environmental Management*, 823-837.
- PROVETE, D. B., GAREY, M. V., SILVA, F. R. D., & ROSSA-FERES, D. D. C. (2011). Anurofauna do noroeste paulista: lista de espécies e chave de identificação para adultos. *Biota Neotropica*, 377-391.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM (2011). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible en: <http://qgis.osgeo.org>
- QUINN, G. P., & KEOUGH, M. (2002). Experimental design and data analysis for biologists. New York: Cambridge University Press.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. (2017). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. Obtenido de <https://www.Rproject.org/> <https://www.Rproject.org/>
- RESETARITS, W. (2005). Habitat selection behavior links local and regional scales in aquatic systems. *Ecology Letters*, 480-486.
- ROLAND, J., & TAYLOR, P. (1997). Insect parasitoid species respond to forest structure at different scales. *Letters to nature*, 710-713.
- ROSSA-FERES, D. C. & NOMURA, F. (2006). Characterization and taxonomic key for tadpoles (Amphibia: Anura) from the northwestern region of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*.
- SALAMUNI, R., SALAMUNI, E., ROCHA, L. & ROCHA, A. L. (2002). Parque Nacional do Iguaçu, PR - Cataratas de fama mundial. En Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil., by C. SCHOBENHAUS, D.A. CAMPOS, E.T. QUEIROZ, M. WINGE & M.L.C. BERBERT-BORN, 313-321. Brasilia: DNPM/CPRM.
- SCHIESARI, L. (2006). Pond canopy cover: a resource gradient for anuran larvae. *Freshwater Biology*, 412-423.
- SCOTT JR, N.J. & B.D. WOODWARD. 1994. Surveys at breeding sites, p. 118-125. In: W.R. HEYER; M.A. DONNELLY; R.W. MCDIARMID; L.A.C. HAYEK & M.S. FOSTER (Eds). *Measuring and monitoring biological diversity – standard methods for amphibians*. Washington, Smithsonian Institution Press, 364p.
- SILVA, F. R., & ROSSA-FERES, D. C. (2007). Uso de fragmentos florestais por anuros (Amphibia) de área aberta na região noroeste do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, 141-148.
- SILVA, F. R., GIBBS, J., & ROSSA-FERES, D. C. (2011). Breeding habitat and landscape correlates of frog diversity and abundance in a tropical agricultural landscape. *Wetlands*, 1073-1087.

- SMITH, A., & GREEN, D. (2005). Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: are all amphibian populations' metapopulations? *Ecography*, 110-128.
- STUART, S. N., HOFFMANN, M., CHANSON, J. S., COX, N. A., BERRIDGE, R. J., RAMANI, P., et al. (2008). Threatened amphibians of the world. Barcelona: Lynx Editions.
- TOUCHON, J. C., & WARKENTI, K. M. (2008). Reproductive mode plasticity: aquatic and terrestrial oviposition in a treefrog. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 7495-7499.
- VALDEZ, J., KLOP-TOKER, K., STOCKWELL, M. P., CLULOW, S., CLULOW, J. & MAHONY, M. J. (2016). "Microhabitat selection varies by sex and age class in the endangered green and golden bell frog *Litoria aurea*". *Australian Zoologist* 38:223–34.
- VAN BUSKIRK, J. (2005). Local and landscape influence on amphibian occurrence and abundance. *Ecology*, 1936-1947.
- WATSON, J. W., MCALISTER, K., & PIERCE, J. (2003). Home Ranges, Movements, and Habitat Selection of Oregon Spotted Frogs (*Rana pretiosa*). *Journal of Herpetology*, 292-300.
- WELLS, K. (2007). The ecology and behavior of amphibians. Chicago: University of Chicago Press.
- WEYRAUCH, S. L., & GRUBB, T. C. (2004). Patch and landscape characteristics associated with the distribution of woodland amphibians in an agricultural fragmented landscape: an information theoretic approach. *Biological Conservation*, 443-450.