



**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**

**COMPOSIÇÃO E RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ANUROS (AMPHIBIA) EM
FRAGMENTOS FLORESTAIS NO LAGO DE TUCURUÍ, PARÁ.**

Janaina Reis Ferreira Lima

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Zoologia, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Galatti

BELÉM-PA

2006

JANAINA REIS FERREIRA LIMA

**COMPOSIÇÃO E RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ANUROS (AMPHIBIA) EM
FRAGMENTOS FLORESTAIS NO LAGO DE TUCURUÍ, PARÁ.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Zoologia, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Galatti

BELÉM-PA
2006

Aos meus pais, Diolinéa e Ferreira, e a
Jucivaldo por serem as pessoas mais
importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Este estudo teve apoio da CAPES, bolsa de mestrado, e do Projeto “Avaliação e Monitoramento das Comunidades de Vertebrados do Reservatório da UHE-Tucuruí, Pará”, convênio Ministério da Ciência e Tecnologia/Museu Paraense Emílio Goeldi/ELETRONORTE /Sociedade Zeladora “Amigos” Museu Paraense Emílio Goeldi.

Ao amigo e orientador Ulisses Galatti, pelo apoio, amizade e acompanhamento em todas as fases deste estudo e especialmente pela grande paciência durante esses dois anos de mestrado.

Ao Prof. Dr. Selvino Neckel de Oliveira, pelas inúmeras sugestões e ajuda, especialmente estatísticas, na etapa final deste estudo.

Aos Professores Dr. Leandro Valle Ferreira, Dr. Eduardo Venticinque, Dra. Maria Cristina Costa e Dra. Marlúcia Martins, pelas preciosas sugestões na avaliação deste estudo.

A minha família pelo incentivo e apoio nesta fase da minha formação e em especial a meu irmão Aristides pela companhia e paciência nos meus dias de mais estresse.

Aos meus amigos Dico e Crisalda, pela amizade, apoio, ajuda e ótima convivência no campo e nesses dois anos de mestrado. Além disso, pelas inúmeras horas de alegria e muitas gargalhas, até mesmo nos dias mais difíceis de enfrentar o Lago.

A Lucyana P. Barros, pela ajuda na confecção dos mapas utilizados neste estudo.

Aos amigos, Ailton, Sabá, Gracy, Seu Luís, Seu Raimundo, Tarzan, Xaropinho, e a todos as pessoas do CPA da Eletronorte, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste estudo no campo.

Aos amigos do Laboratório de Herpetologia, em especial a Carlinha, Marco, Darlan, Ana Lima, Alessandra, Fabrício e Rochinha, pela agradável companhia e convivência no dia a dia.

A Dorotéa e Anete pela enorme paciência na hora de atender meus pedidos.

E acima de tudo a Deus por ter me dado forças e saúde para prosseguir com este trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	01
1.1	Objetivo geral.....	04
1.2	Objetivos específicos.....	04
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	05
2.1	Área de estudo.....	05
2.2	Coleta de dados.....	11
2.3	Identificação, marcação e preservação dos anuros.....	15
2.4	Análise de dados.....	16
3	RESULTADOS.....	17
4	DISCUSSÃO.....	37
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
6	ANEXO.....	46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Imagem de satélite da cobertura vegetal com os limites em vermelho da Zona de Proteção de Vida Silvestre da margem esquerda (ZPVS-E) e a Zona de Proteção de Vida Silvestre da margem direita (ZPVS-D) e fotos de dois fragmentos amostrados em cada ZPVS no Lago de Tucuruí, Pará. Imagens gentilmente cedidas pela Eletronorte.....06
- Figura 2a - Imagem de satélite, mostrando a localização dos fragmentos amostrados (entre parêntese o tamanho de cada um: P – pequeno; M – médio e G – grande) na ZPVS–D (Base 4) do Lagoa de Tucuruí, Pará. Imagem: Lucyana P. Barros.....09
- Figura 2b - Imagem de satélite, mostrando a localização dos fragmentos amostrados (entre parêntese o tamanho de cada um: P – pequeno; M – médio e G – grande) na ZPVS–E (Base 3) do Lagoa de Tucuruí, Pará. Imagem: Lucyana P. Barros.....10
- Figura 3 - Fotografia de uma armadilha de interceptação e queda, instalada em cada uma das doze áreas de amostragens nos Fragmentos Florestais do Lago de Tucuruí, Pará.....13
- Figura 4 - Representação esquemática da posição dos transectos e das armadilhas de interceptação e queda (Pitfall).....14
- Figura 5 - Curva cumulativa do número de espécies de anuros durante 60 dias de amostragens por transecto e armadilha de interceptação e queda (Pitfall) no lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.....17
- Figura 6 - Curvas de acumulação de espécies observadas e valores de sete estimadores de riqueza de espécies (*ACE*, *ICE*, *Chao 1*, *Chao 2*, *Jackknife 1*, *Jackknife 2* e *Bootstrap*) obtidos em 60 amostras obtidas na Lago de Tucuruí, PA. As amostras foram acumuladas aleatoriamente 100 vezes. Uma amostra equivale a um dia de amostragem.....20
- Figura 7 - Pluviosidade total mensal (mm^3) na área da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, nos meses de amostragem de janeiro a julho de 2005.....21
- Figura 8 - Número total de indivíduos (a) e espécies (b) observados nas armadilhas e transectos diurnos e noturnos nos fragmentos do Lago de Tucuruí, Pará, no período de janeiro a julho de 2005.....22

- Figura 9 - Pluviosidade diária (mm^3) e número de indivíduos de anuros observados durante as amostragens por transectos, diurno mais noturno, no Lago de Tucuruí, Pará. I, II, III, IV e V, indica os meses de janeiro, março, abril, maio-junho e julho respectivamente.....23
- Figura 10 - Número total de indivíduos (a) e espécies (b) observados durante as amostragens por transectos diurnos nos fragmentos do Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.....24
- Figura 11 - Número total de indivíduos (a) e de espécies (b) observados durante as amostragens por transectos diurnos no Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.....24
- Figura 12 - Número total de indivíduos (a) e espécies (b) observados durante os transectos noturnos nos fragmentos do Lago de Tucuruí, Pará.....25
- Figura 13 - Número total de indivíduos (a) e espécies (b) observados durante os transectos noturnos nos fragmentos do Lago de Tucuruí, Pará.....25
- Figura 14 - Número de espécies registrado por família de anuros nas ZPVS do Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.....30
- Figura 15 - Abundância total por família de anuros registrados nas ZPVS do Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.....30
- Figura 16: Representantes das famílias Dendrobatidae (a), Bufonidae (b) e Leptodactylidae (c e d) mais abundantes nos diferentes fragmentos no Lago de Tucuruí, Pará.....31
- Figura 17: Representantes das famílias Hylidae (a, b e c) e Microhylidae (d) menos abundantes nos diferentes fragmentos no Lago de Tucuruí, Pará.....32
- Figura 18 - Número de espécies e indivíduos nos seis fragmentos da ZPVS-D (Base 4) no período de cinco amostragens, no Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005. P = fragmentos pequenos, M = médios e G = grandes.....33
- Figura 19 - Número de espécies (a) e indivíduos (b) de anuros nos seis fragmentos da ZPVS - E (Base 3) nas cinco amostragens, no Lago de Tucuruí, Pará. P = fragmentos pequenos, M = médios e G = grandes.....34

Figura 20 - Relação entre o número de espécies (esquerda) e o número de indivíduos (direita) de anuros e o tamanho dos fragmentos nas duas Zonas de Proteção da Vida Silvestre, no Lago de Tucuruí, Pará.....35

Figura 21 - Composição de espécies de anuros, conforme definido por Análise de escalonamento multidimensional (MDS), em fragmentos (P = pequeno, M= médio, G = grande) e nas Zonas de Proteção da Vida Silvestre da margem esquerda (E) e margem direita (D).....35

Figura 22 - Composição de espécies de anuros em fragmentos (P = pequeno, M = médio, G = grande) e nas Zonas de Proteção de Vida Silvestre da margem esquerda (E) e margem direita (D) excluindo as espécies exclusivas de um ambiente alagado de área aberta na Base 3, conforme definido por Análise de escalonamento multidimensional (MDS).....36

Resumo: A perda e fragmentação de habitats representam sérios riscos à manutenção das espécies de anfíbios na Amazônia. Neste estudo, determinamos a composição, a riqueza e abundância das espécies de anuros em fragmentos florestais nas Zonas de Proteção da Vida Silvestre (ZPVS) estabelecidas no Lago de Tucuruí, leste do Pará. Os anuros foram amostrados através de transectos em doze fragmentos de diferentes tamanhos distribuídos igualmente entre as duas ZPVS, uma na margem direita (ZPVS-D) e outra na margem esquerda (ZPVS-E) do Lago. Os animais foram registrados através dos métodos de procura ativa e armadilhas de interceptação e queda. De janeiro a julho de 2005 registramos 2370 indivíduos de 35 espécies de anuros. Destas espécies, 30 foram encontradas na ZPVS-E (13 exclusivas) e 22 na ZPVS-D (cinco espécies exclusivas). Sete estimadores de riqueza de espécies foram obtidos com o auxílio do Programa EstimateS®. Para a maioria dos estimadores, as curvas de acumulação de espécies tenderam a uma certa estabilidade. Entretanto, as estimativas de riqueza de espécies variaram entre os estimadores, sendo a estimativa *Bootstrap* a mais baixa (38 espécies) e *Jackknife* a mais alta (45 espécies). A combinação das espécies de anuros observadas neste estudo com nove espécies registradas na Coleção Herpetológica do Museu Paraense Emílio Goeldi, resultaram num total de 44 espécies, indicando que os estimadores de riqueza de espécies tiveram um bom desempenho. A similaridade de espécies de anuros, foi maior entre os fragmentos de uma mesma ZPVS do que entre fragmentos do mesmo tamanho. A riqueza de espécies foi positivamente e significativamente relacionada com o tamanho, mas não com o grau de isolamento dos fragmentos. Não houve relação significativa do número de indivíduos observados por fragmento e o tamanho dos fragmentos. A diferença na composição e riqueza de espécies encontrada entre as duas ZPVS indica certa complementariedade entre as duas unidades para a conservação da anurofauna local, assim como a necessidade de maior esforço de amostragem de anuros, principalmente através da ampliação da área de estudo, para uma melhor compreensão destas diferenças e suas implicações.

Palavras-Chave: Fragmentação florestal, Anfíbios, Amazônia, Tucuruí, Pará.

ABSTRACT: Habitat loss and forest fragmentation represent serious risk to anuran species maintenance in Amazonian. Herein, we determine composition, richness and abundance of anuran species in forest fragments at two Zones of wildlife protection (ZWP) established at the Tucuruí dam, east Pará state. Anuran fauna was sampled through transects at twelve fragments of different sizes, distributed along the two ZWP, the first on the right (ZWP-R) and the second on the left (ZWP-L) edge of the lake. Frogs were registered through active search and pitfall trap captures. From January to July 2005 we registered 2370 individuals from 35 anuran species. Thirty species were found in the ZWP-L (13 exclusive species) and 22 in the ZWP-R (five exclusive species). Seven estimators of species richness were obtained with the use of EstimateS® Software. For the most estimators, curves of species accumulation trended to stability. However, estimates of species richness varied among the estimators, with bootstrap the lowest (38) and the Jackknife the highest (45) values. The combination of the species observed here with the nine species registered in the Herpetological Collection of the Museu Paraense Emílio Goeldi resulted in 44 species, suggesting that estimators for species richness had a reasonable performance. Similarity of anuran species was higher among fragments from the same edge of the lake than from similar size fragments. Species richness was positive and significantly related to size, but not to distance from the fragment from continuous forest. There was no significant relationship between number of individuals observed in the fragment and the fragment size. Differences in the species composition between the two ZWP suggest certain complementarity of the two unities to the conservation of the local anuran fauna, as well the need of a higher effort of anuran sampling, principally through the increase of study area, for the best comprehension of these differences and their implications.

Key - Words: Forest fragmentation, Amphibian, Amazonian, Tucuruí, Pará.

1. INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade representa um dos maiores desafios deste século, em função do elevado nível de perturbações antrópicas sobre os ecossistemas. O desmatamento tem transformando grandes áreas de floresta contínua em um mosaico de paisagens, com fragmentos de florestas isolados por diferentes tipos de habitats, como áreas de crescimento de vegetação secundária, pastagens e lavouras (BIERREGAARD *et al.*, 1992). Alguns estudos têm mostrado que a conversão das áreas de florestas contínuas via desmatamento tem conseqüências diretas sobre a manutenção da biodiversidade, como a extinção de espécies, ou mesmo alterando a dinâmica reprodutiva das populações remanescentes (BIERREGARD *et al.*, 1992, FEARN SIDE, 1995, VIANA *et al.*, 1998).

A fragmentação florestal deve ter uma atenção especial, por ser considerada potencial causa de declínio da biodiversidade em florestas tropicais (JANZEN 1994, LAURANCE & BIERREGAARD, 1997, TERBORGH 1992 e TURNER & CORLETT, 1996). Atualmente, alguns estudos têm testado os efeitos da fragmentação em relação à extinção das espécies, levando sempre em consideração a abundância, a distribuição e a riqueza de espécies. FAHRIG (2002), por exemplo, sugeriu que a riqueza de espécies e os tamanhos populacionais de animais e plantas, geralmente declinam como resultado da fragmentação florestal. A importância desses estudos têm sido discutida em relação à conservação da biodiversidade (FAHRIG, 2002).

A fragmentação da floresta também pode afetar as populações de animais de forma indireta por alterações do habitat. Mudanças na exposição a ventos e ao sol podem levar a uma diminuição da umidade, além de aumentar a ocorrência de árvores caídas e conseqüentemente alterar a estrutura da vegetação (MALCOM, 1994; DIXO, 2001).

O interesse no estudo das conseqüências da fragmentação florestal sobre a biodiversidade e sua conservação tem aumentado significativamente especialmente na

Amazônia (SCHELLAS & GREENBERG, 1997; LAURENCE & BIERREGARD, 1997; VIANA *et al*, 1998). A justificativa para este crescente interesse é a constatação de que a Amazônia é a maior área de Floresta Tropical do mundo, com uma das maiores biodiversidade do planeta, e que vem sofrendo constantes ameaças antrópicas.

TOCHER *et al* (1997) em estudo de dez anos em fragmentos florestais na Amazônia Central, observaram que o número de anuros diminuiu com o tamanho dos fragmentos, ou seja, a riqueza de espécies de anuros foi fortemente e positivamente relacionada com os tamanhos dos fragmentos. Por outro lado, na mesma área, LIMA E GASCON (1999) enfatizaram o valor dos diferentes fragmentos para a conservação de anfíbios e não encontraram diferenças na estrutura da comunidade e na abundância de anuros entre fragmentos e a mata contínua adjacente. Porém, BROWN *et al* (1997) em estudo com borboletas, também na Amazônia Central, observaram que a riqueza de espécies tende a ser maior em fragmentos maiores do que nos menores, mas também enfatizaram que alguns grupos de borboletas não foram afetados pelo tamanho da área, sugerindo que diferentes grupos de animais podem responder diferentemente aos efeitos da fragmentação das florestas.

A Amazônia Oriental tem se tornado uma das regiões brasileiras com as maiores taxas de desmatamentos devido a instalação de madeireiras e mineradoras, além da tradicional conversão da floresta em áreas para agricultura e criação de gado. A construção de barragens para aproveitamento hidroelétrico também tem provocado a perda de áreas de florestas pelo alagamento dos habitats originais. A inundação de grandes áreas naturais por empreendimentos hidrelétricos constitui sério problema ambiental no Brasil. O setor hidrelétrico encontra-se em plena expansão e milhares de quilômetros quadrados serão inundados nos próximos anos (ELETROBRÁS, 1990; MULLER, 1996).

Em estudo realizado com morcegos frugívoros e nectarívoros, em ilhas formadas por formação de reservatório na Guiana Francesa, COSSON *et al* (1999) observaram que as mudanças na comunidade ocorreram mais rapidamente em fragmentos menores do que nos maiores, sugerindo que em fragmentos menores, a disponibilidade de alimento para esses animais é menor do que nos fragmentos maiores. FEELEY (2003), em estudo realizado no Lago Guri na Venezuela, após 17 anos de isolamento por inundação, observou uma correlação significativa entre a riqueza de espécies de aves com o tamanho das ilhas. Porém não observou correlação significativa entre a riqueza de espécies de aves e o isolamento das ilhas.

A construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no sudeste do Estado do Pará, na década de 80, inundou uma área de floresta de aproximadamente 2.430 km² (ELETRONORTE, 1989). Com a formação do lago, algumas áreas de floresta primária localizada nas partes mais altas foram preservadas e hoje formam um arquipélago de mais de 1.600 ilhas de diferentes tamanhos, formas e grau de isolamento. Este isolamento oferece uma grande oportunidade para se estudar os efeitos da fragmentação florestal sobre a manutenção da biodiversidade local. A compreensão dos efeitos da fragmentação florestal em reservatórios relacionado à biodiversidade não é só de grande importância para equacionar os impactos ambientais de hidrelétricas sobre a conservação das espécies, mas também pode se transformar numa excelente oportunidade para investigação dos próprios mecanismos de auto-regulação das comunidades.

1.1 Objetivo geral

Determinar a composição e a riqueza de espécies de anuros em diferentes fragmentos florestais nas Zonas de Proteção da Vida Silvestre do lago da Usina Hidrelétrica de Tucuruí.

1.2 Objetivos específicos

Determinar a composição e riqueza de espécies de anuros nas duas Zonas de Preservação de Vida Silvestre (ZPVS) do Lado de Tucuruí;

Comparar a composição e riqueza de espécies em fragmentos localizados na ZPVS da margem esquerda com os fragmentos da ZPVS da margem direita do lago;

Relacionar a composição e a riqueza de espécies e a abundância total de anuros com o tamanho e grau de isolamento dos fragmentos;

Avaliar a importância dos fragmentos florestais das Zonas de Preservação de Vida Silvestre para a conservação da anurofauna local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Tucuruí no Estado do Pará, em áreas fragmentadas de diferentes tamanhos e localização, nas duas margens do lago da UHE-Tucuruí (3° 43' e 5° 15' S; 49° 12' e 50° 00' W). A Usina está localizada no trecho inferior do Rio Tocantins a 350 Km ao sul de Belém, sendo a maior hidrelétrica brasileira. A área de influência do lago de Tucuruí é uma Área de Preservação Ambiental (APA). Segundo a portaria de sua criação, essa área constitui um mosaico de Unidades de Conservação, composta por duas Zonas de Preservação de Vida Silvestre (ZPVS), Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Terras Indígenas, Comunidades de Pescadores e Assentamentos. As ZPVS compreendem bases de apoio (Bases 3 e 4) aos trabalhos de fiscalização conduzidos através de convênio entre a Eletronorte e o IBAMA. Nestas áreas ocorreram a soltura de animais resgatados durante a “Operação Curupira” por ocasião da formação do lago, em 1984 (Figura 1).

O clima da região de Tucuruí apresenta duas estações bem definidas: um período chuvoso de dezembro a maio, com chuvas intensas e totais mensais atingindo valores entre 500 – 600mm/mês e outro período seco, de junho a novembro, com uma estiagem pronunciada em agosto e setembro, quando a precipitação é tipicamente da ordem de 30mm/mês (Fisch *et al*, 1990). Por estar localizada próximo a linha do Equador, a temperatura é alta durante o ano inteiro com médias superiores a 24°C. A pluviosidade anual é superior a 2500mm³.

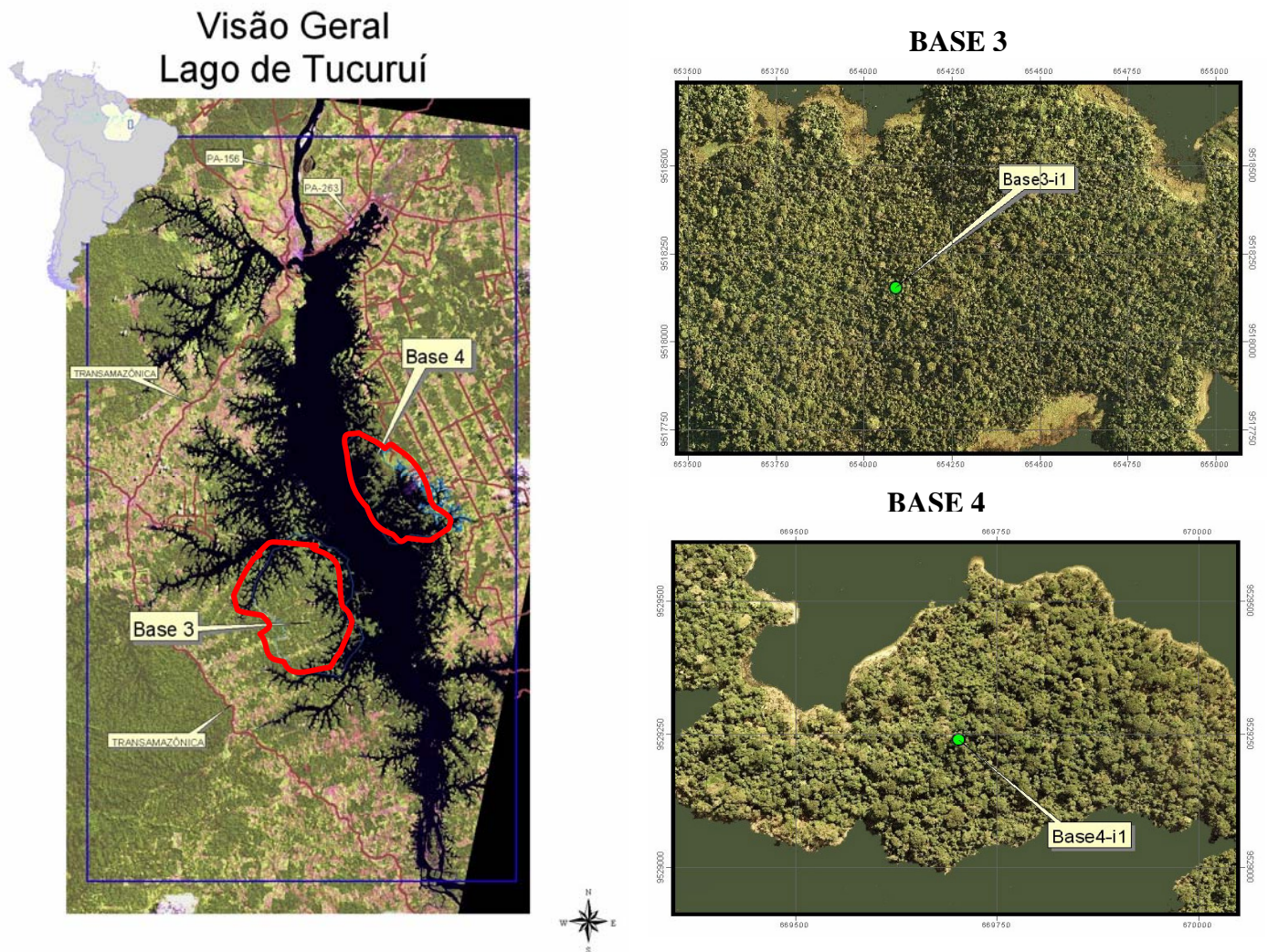


Figura 1: Imagem de satélite do uso de ocupação da área com os limites em vermelho da Zona de Proteção de Vida Silvestre da margem esquerda (ZPVS-E) e a Zona de Proteção de Vida Silvestre da margem direita (ZPVS-D) e fotos de dois fragmentos amostrados em cada ZPVS no Lago de Tucuruí, Pará. Imagens gentilmente cedidas pela Eletronorte.

Antes da construção do reservatório a região do baixo Tocantins, onde está inserida a UHE Tucuruí, era quase totalmente coberta por floresta ombrófila densa e Igapós. Hoje estes remanescentes florestais da floresta de terra firme são de diversos tamanhos, localizados nas áreas mais elevadas que não foram inundadas. A vegetação remanescentes nas ilhas é caracterizada por castanheiras (*Bertholletia excelsa*) que se sobressaem e basicamente por palmeiras de babaçu (*Orbrinya oleifera*) nas bordas (ELETRONORTE, 2000). Já nas áreas de soltura do “continente” denominadas Zonas de Proteção de Vida Silvestre da margem esquerda e direita do reservatório (Bases 3 e 4 respectivamente) é de Floresta Densa, caracterizada pela presença de grandes árvores emergentes, que podem atingir até 40m no dossel superior (ELETRONORTE, 2000).

Doze fragmentos foram selecionados por semelhança de vegetação, localização e tamanho, sendo seis na ZPVS da margem direita do lago (Base 4), denominada ZPVS-D (Figura 2a) e seis na ZPVS da margem esquerda (Base 3), denominada ZPVS-E (Figura 2b). Em cada ZPVS, as seis áreas foram selecionadas segundo o tamanho do fragmento e grau de isolamento, sendo duas áreas localizadas em ilhas menores que 30 ha (chamadas de ilhas pequenas), duas em ilhas com tamanho entre 70 e 200 ha (ilhas de tamanho intermediário), e duas em fragmentos maiores que 850 ha. O isolamento das ilhas para o continente ficou entre 2000 e 7000m na ZPVS – E (Base 3), sendo que os fragmentos maiores são representados por uma ilha, embora a distância dessa área para o continente seja de 400m e essa área possa estar conectada com o continente no pico da estação seca. Já na ZPVS-D (Base 4), o isolamento foi entre 1000 e 7000m, exceto nas duas áreas maiores da Base 4, que estão conectadas com o continente através de um istmo (Figura 2a). Para medir o isolamento das ilhas, levamos em consideração a menor distância entre a ilha e o continente (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos fragmentos (Ilhas), segundo a localização nas Zonas de Proteção de Vida Silvestre da margem Direita (D) e esquerda do lago (E), tamanho da área, isolamento (menor distância entre o fragmento e o continente), classe de tamanho (G = grande, M= médio e P = pequeno) e com seus respectivos códigos (abreviações), no Lago de Tucuruí, Pará.

Nome das Ilhas	Zona Direita ou Esquerda	Área (ha)	Isolamento (m)	Classe de Tamanho	Código da Ilha
Trilha 4	D	855	0	G	T4
Trilha 15	D	855	0	G	T15
Ilha do Juarez	D	72	5000	M	JUA
Ilha Grande do Norte	D	82	1000	M	IGN
Gita 1	D	3	6700	P	G1
Gita 2	D	6	4200	P	G2
Base 3	E	2140	400	G	B3
Trilha 5	E	2140	400	G	T5
Ilha do Prefeito	E	186	2100	M	PREF
Ilha do Tamarindo	E	207	6200	M	TAM
Ilha da Juquira	E	13	5000	P	JUQ
Ilha da Guariba	E	10	1400	P	GUA

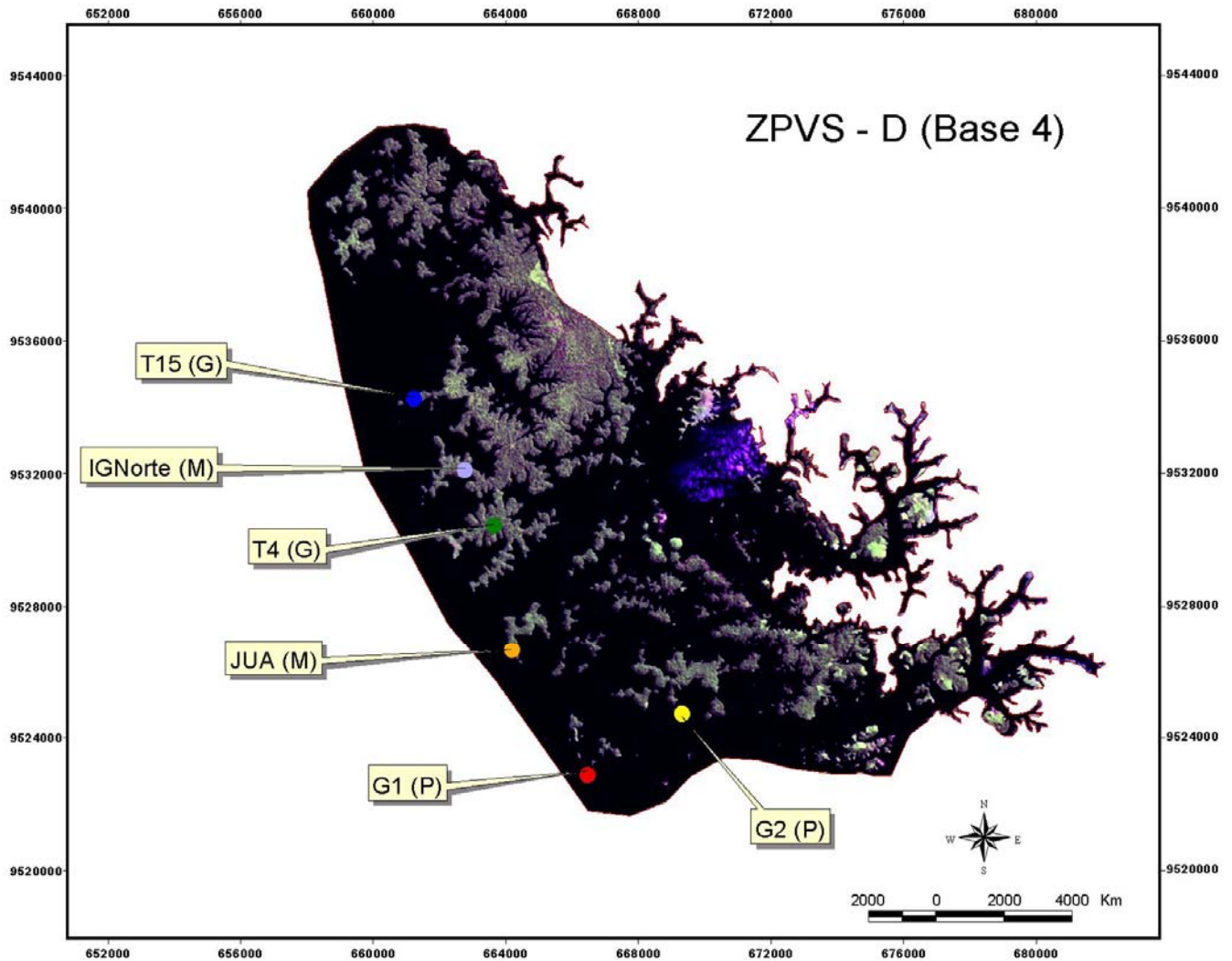


Figura 2a: Imagem de satélite, mostrando a localização dos fragmentos amostrados (entre parêntese o tamanho de cada um: P – pequeno; M – médio e G – grande) na ZPVS–D (Base 4) do Lagoa de Tucuruí, Pará. Imagem: Lucyana P. Basros.

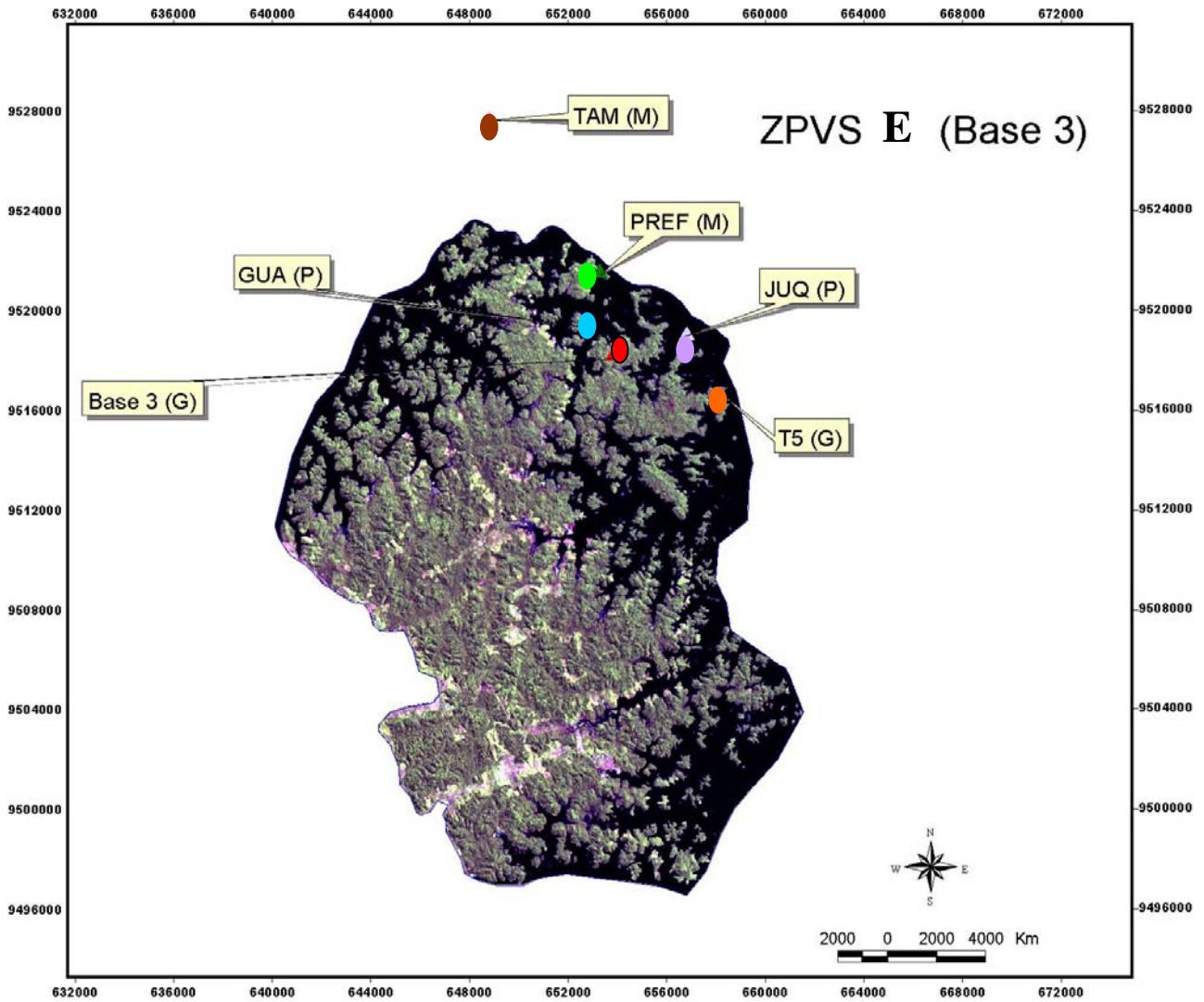


Figura 2b: Imagem de satélite, mostrando a localização dos fragmentos amostrados (entre parêntese o tamanho de cada um: P – pequeno; M – médio e G – grande) na ZPVS–E (Base 3) do Lagoa de Tucuruí, Pará. O fragmento TAM (M) está localizado fora do limite da Zona de Proteção de Vida Silvestre – D. Imagem: Lucyana P. Barros.

2.2. Coleta de dados

As amostragens dos anuros foram feitas através de um conjunto de transectos e armadilhas de interceptação e queda (“pitfall traps” com “drift fence”- Figura 3), instalados nas doze áreas amostrais. Cada transecto foi constituído de uma trilha de 600m de comprimento por 20m de largura onde os animais foram amostrados por procura visual e auditiva totalizando $600 \times 20 = 1200\text{m}^2$ por área amostrada (Figura 4). Nos fragmentos de tamanho médio, o transecto tinha início variando entre 100m ou 150m da margem em direção ao centro, enquanto que nos fragmentos grandes o início do transecto variou de 200m a 800m da margem. Nos fragmentos pequenos os transectos contornaram a circunferência dos mesmos. Para evitar o efeito de borda, os transectos e armadilhas foram dispostos na parte mais central dos fragmentos.

Ao longo de cada transecto, foi instalada uma armadilha de interceptação e queda, sendo que o transecto no trecho da armadilha teve um desvio com a conformação de um quadrado de 50m de lado, a fim de restringir a perturbação na área de abrangência da armadilha durante as amostragens no transecto. Para confecção das armadilhas foram utilizados baldes plásticos com capacidade de 30 litros enterrados ao nível do solo e lona plástica para a confecção das redes de direcionamento. Estas armadilhas tiveram forma de “Y”, com ângulo de 120° e redes de 20m de comprimento para cada “ala” do “Y”. As redes de direcionamento tiveram 0,5 m de altura, e estavam apoiadas por estacas de madeira a cada 1-2 m. Os baldes foram colocados a cada 10m nas alas e no eixo central do “Y” (Figura 3). Essas armadilhas complementaram a amostragem por transectos, principalmente das espécies de liteira.

Em cada ocasião de amostragem nos transectos foram amostrados ainda dois plotes de 10 x 10m onde foram vistoriados o folhiço, troncos, raízes e vegetação arbustiva, como forma de obter estimativas de densidade por área de espécies mais comuns de anuros. A

localização desses plotes, ao longo dos transectos foi obtida por sorteio prévio, em cada período de amostragem.

As amostragens de anuros foram realizadas em cinco períodos entre janeiro a julho de 2005, cada período com duração de 12 dias e com intervalos de 20 a 30 dias entre eles. Em cada coleta foram realizadas duas amostragens em cada transecto sendo uma durante o dia e outra durante a noite, enquanto que as armadilhas de interceptação e queda foram vistoriadas diariamente. A cada início e final da amostragem por transecto registramos o horário, a ocorrência da última chuva e as medidas mesoclimáticas na área, especificamente a temperatura e umidade relativa do ar e do folhiço e a temperatura do solo.

Por impossibilidade de amostragem simultânea (transecto e pitfall) nas doze áreas amostrais, devido ao tempo despendido no deslocamento entre os fragmentos, as amostragens foram realizadas em duas etapas por cada período de amostragem. Cada etapa teve a duração de seis dias, sendo um dia de amostragem por transecto para cada fragmento e vistoria das armadilhas de seis fragmentos (um grande, um médio e um pequeno de cada margem), enquanto que nos seis fragmentos restantes as armadilhas permaneceram fechadas. Na segunda etapa o procedimento foi o inverso, ou seja, foram amostrados os outros seis fragmentos enquanto as armadilhas vistoriadas na primeira etapa permaneceram fechadas. Para diminuir os possíveis erros de amostragem, tanto na primeira quanto na segunda etapa, o fragmento amostrado no dia era sempre de mesma grandeza de tamanho do fragmento do dia anterior, sendo que de margens opostas, ou seja, se um fragmento grande da ZPVS-D era amostrado em um dia, amostrávamos sempre outro fragmento grande da ZPVS-E no dia seguinte e assim sucessivamente para os outros fragmentos de diferentes tamanhos.



Figura 3: Fotografia de uma armadilha de interceptação e queda, instalada em cada uma das doze áreas de amostragens nos Fragmentos Florestais do Lago de Tucuruí, Pará.

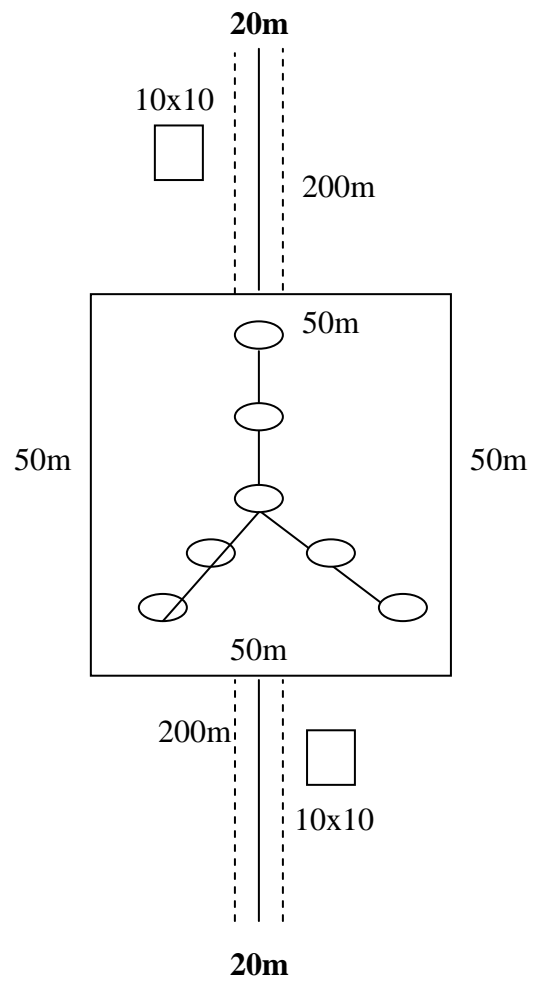


Figura 4: Representação esquemática da posição dos transectos e das armadilhas de interceptação e queda (Pitfall).

2.3 Identificação, marcação e preservação dos anuros

Os animais observados e/ou capturados durante cada amostragem, foram identificados e tiveram registrados os dados de data, horário, local e habitat de coleta e medidas morfométricas - comprimento rostro-cloaca e massa.

Exemplares com situação taxonômica duvidosa foram transportados em sacos plásticos ou de pano ao laboratório montado na base ou acampamento. Neste local, os anuros foram mortos por imersão em etanol 10% . Em seguida, os espécimes foram fixados com formaldeído 10%, e depois de 24 horas, conservados em etanol 70%. Algumas espécies de anuros e répteis foram fotografadas e tiveram anotadas as características morfológicas e padrões de coloração em vida, uma vez que é comum perderem coloração depois de fixados.

Os espécimes preservados foram identificados através da literatura específica com ajuda de especialistas e incorporados à Coleção Herpetológica do Museu Paraense Emílio Goeldi, onde estão mantidos, juntamente com os dados de campo. Os números de registro na Coleção são como segue: MPEG-17743 a MPEG-17763 e MPEG-19509 a MPEG-19573. Autorização SECTAM – N° 013/2005.

2.4 Análises de dados

Para comparar a composição de espécies entre as ZPVS e entre os fragmentos, utilizamos o índice de similaridade de Jaccard, que considera a presença e ausência das espécies nas diferentes áreas amostrais. Para facilitar a visualização e interpretação da similaridade entre as ZPVS e entre fragmentos usamos a análise de escalonamento multidimensional (MDS). O número de espécies e o número total de indivíduos registrados por fragmento foram relacionados com o tamanho do fragmento através de regressão linear simples testada por Análise de Variância.

Para examinar a variação na abundância de indivíduos e a riqueza de espécies em relação à temperatura e à umidade relativa do ar durante as amostragens de transecto diurnas e noturnas, usamos regressão linear simples.

Sete estimadores de riqueza (*ACE*, *ICE*, *Chao 1*, *Chao 2*, *Jackknife 1*, *Jackknife 2* e *Bootstrap*) foram utilizados para a estimativa da riqueza total de espécies da comunidade amostrada, através de curvas de acumulação de espécies, com auxílio do Programa EstimateS (COLWELL, 1997). Os dados foram aleatorizados 100 vezes. Segundo COLWELL (1997), a aleatorização remove o efeito de ordem de amostras, calculando a média das aleatorizações excedentes, produzindo assim uma curva lisa de acumulação de espécies que poderá permitir uma comparação mais eficaz dos estimadores.

3. RESULTADOS

Riqueza de espécies de Anuros nas Zonas de Proteção de Vida Silvestre (ZPVS).

Ao longo de cinco períodos de amostragem, totalizando 60 dias de observações no campo, foram registradas 35 espécies de anuros (Anexo 1), sendo 30 através de transectos e 18 por meio de armadilhas de interceptação e queda (Figura 5).

Das 35 espécies registradas, 14 foram amostradas pelos dois métodos utilizados, três espécies foram exclusivas ao método de amostragem por armadilhas de interceptação e queda (pitfall), e 18 foram registrados somente na amostragem por transecto, indicando que os métodos foram relativamente complementares (Tabela 2).

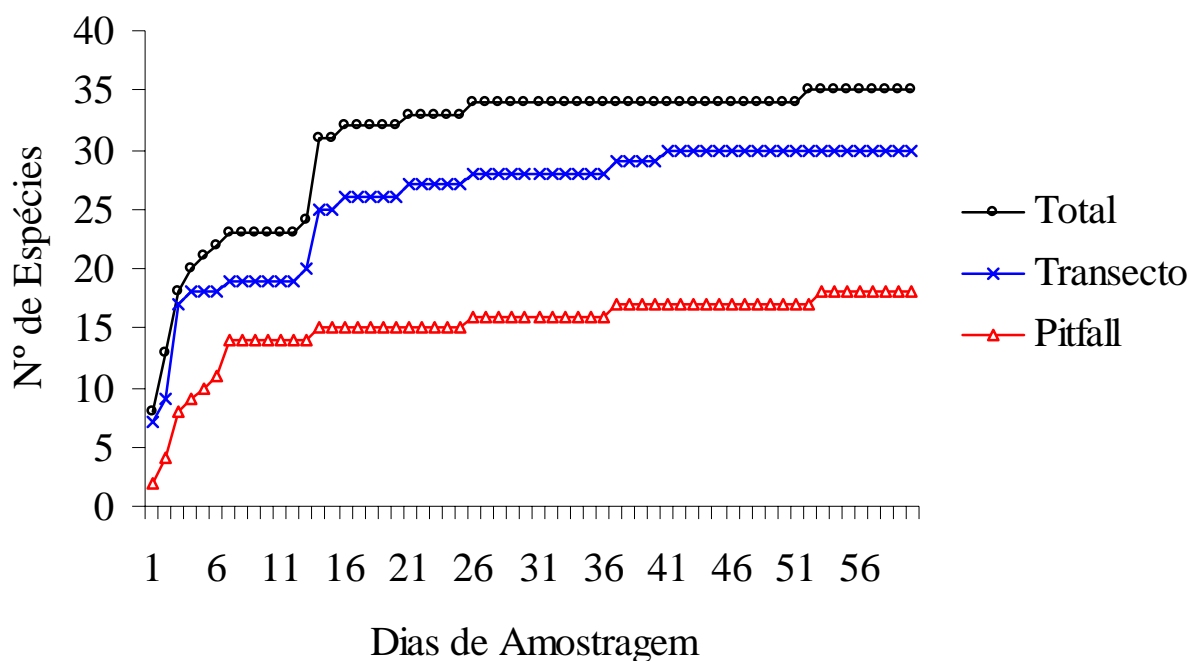


Figura 5: Curva cumulativa do número de espécies de anuros durante 60 dias de amostragens por transecto e armadilha de interceptação e queda (Pitfall) no lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.

Tabela 2: Espécies de anuros comuns e exclusivas aos dois métodos de amostragens, transecto e armadilha de interceptação e queda – “pitfall” no Lago de Tucuruí, Pará. Janeiro a julho de 2005.

Família/Espécies	Comuns	Transecto	Armadilhas
Anuros			
Bufonidae			
<i>Bufo</i> gr. <i>margaritifer</i>	X		
<i>Bufo marinus</i>	X		
Dendrobatidae			
<i>Colostethus</i> gr. <i>marchesianus</i>		X	
<i>Dendrobates galactonotus</i>	X		
Hylidae			
<i>Hyla leucophyllata</i>		X	
<i>Hyla melanargyrea</i>		X	
<i>Hyla minuta</i>		X	
<i>Hyla raniceps</i>		X	
<i>Hyla walfordi</i>		X	
<i>Hyla wavrini</i>		X	
<i>Osteocephalus taurinus</i>		X	
<i>Phyllomedusa bicolor</i>		X	
<i>Phyllomedusa hipochondrialis</i>		X	
<i>Scinax</i> aff. <i>boesemani</i>		X	
<i>Scinax boesemani</i>		X	
<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>		X	
<i>Scinax nebulosus</i>		X	
<i>Scinax x-signatus</i>		X	
Leptodactylidae			
<i>Adenomera andreae</i>	X		
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	X		
<i>Adenomera</i> sp.	X		
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	X		
<i>Leptodactylus macrosternum</i>		X	

<i>Leptodactylus mystaceus</i>	X		
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>		X	
<i>Leptodactylus petersii</i>			X
<i>Leptodactylus pustulatus</i>	X		
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>			X
<i>Lithodytes lineatus</i>	X		
<i>Physalaemus aff. ehipifer</i>		X	
<i>Physalaemus ehipifer</i>	X		
<i>Proceratophys concavitympanum</i>	X		
<i>Ceratophrys cornuta</i>	X		
<i>Eleutherodactylus fenestratus</i>	X		
Microhylidae			
<i>Ctenophryne geayi</i>			X
Total	14	18	3

Nas curvas de acumulação, o número total de espécies esperado foi similar entre os estimadores *Bootstrap* e *ICE*, ambos com estimativa de aproximadamente 38 espécies. As maiores riquezas de espécies foram estimadas pelos métodos *Jackknife2* e *Chao1* (45 e 43 espécies, respectivamente; Figura 6).

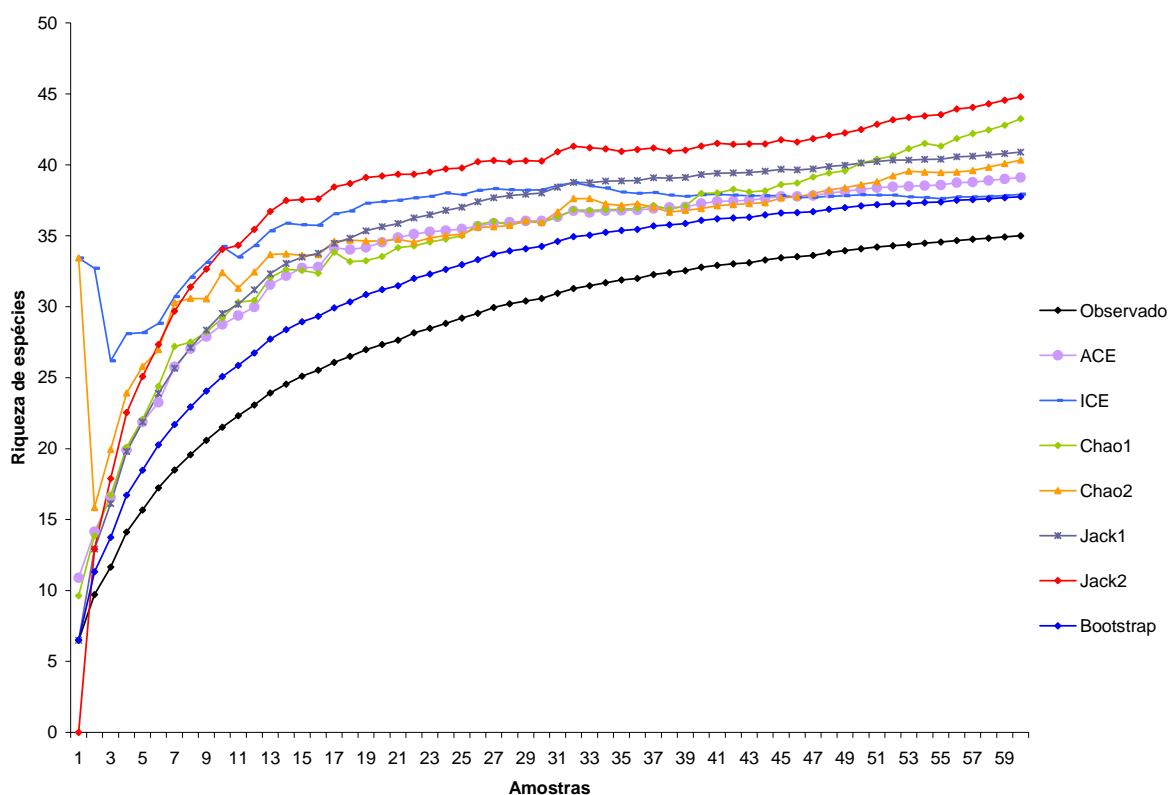


Figura 6: Curvas de acumulação de espécies observadas e valores de sete estimadores de riqueza de espécies (*ACE*, *ICE*, *Chao 1*, *Chao 2*, *Jackknife 1*, *Jackknife 2* e *Bootstrap*) obtidos em 60 amostras obtidas na Lago de Tucuruí, PA. As amostras foram acumuladas aleatoriamente 100 vezes. Uma amostra equivale a um dia de amostragem.

De janeiro a julho de 2005 a pluviosidade total mensal na área do reservatório de Tucuruí variou de 94 a 502 mm³, sendo que os meses de amostragem com maior e menor pluviosidade foram março e julho respectivamente (Figura 7).

As maiores abundâncias (714, 474 e 739 indivíduos) e riqueza de espécies (23, 24 e 25 espécies) de anuros observados nas armadilhas e nos transectos diurnos e noturnos, foram nos meses mais chuvosos, janeiro, março e abril respectivamente. A menor abundância (168 indivíduos) e riqueza (seis espécies) de espécies foram observadas no período maio-junho e julho, respectivamente (Figura 8).

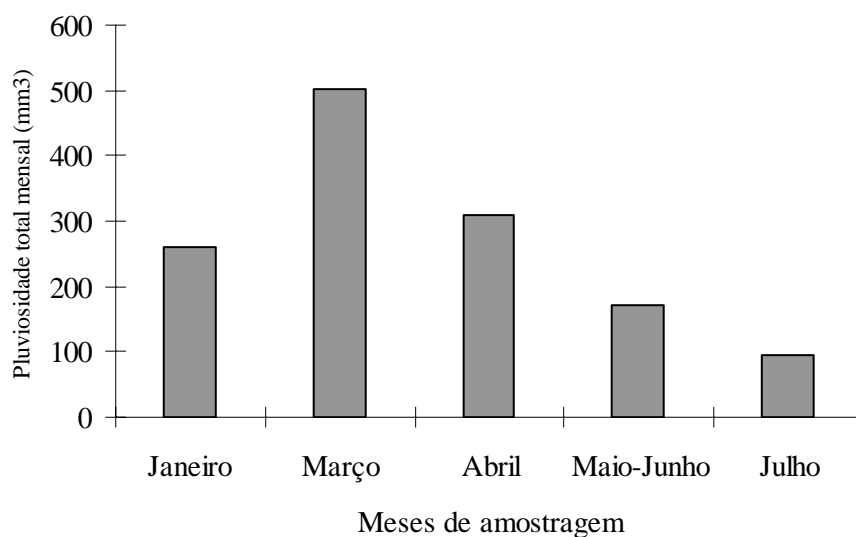


Figura 7: Pluviosidade total mensal (mm³) na área da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, nos meses de amostragem de janeiro a julho de 2005.

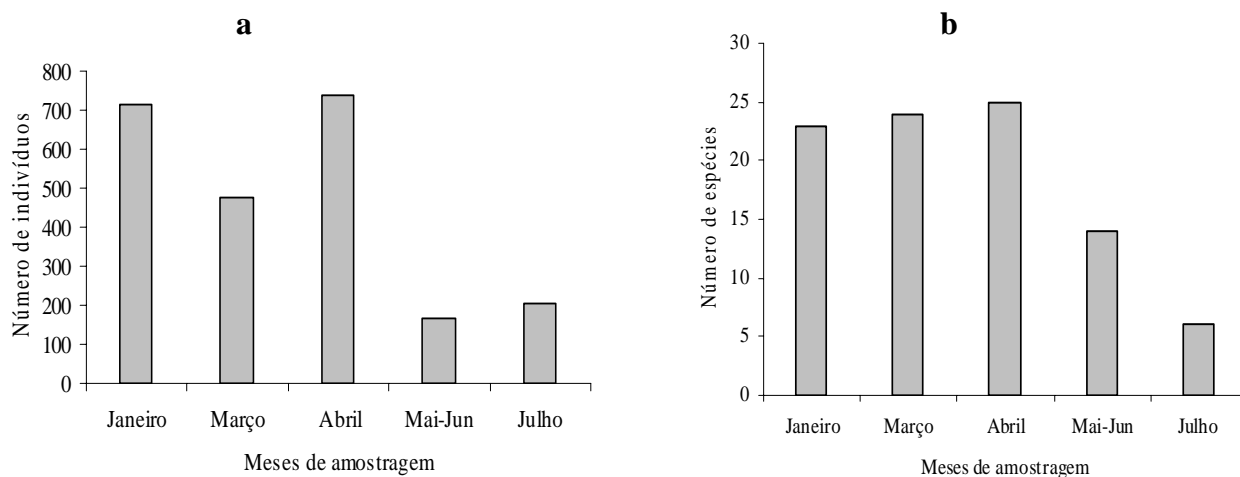


Figura 8: Número total de indivíduos (a) e espécies (b) observados nas armadilhas e transectos diurnos e noturnos nos fragmentos do Lago de Tucuruí, Pará, no período de janeiro a julho de 2005.

Entretanto, o número de indivíduos observado em cada dia de amostragem por transecto, diurno mais noturno, nos fragmentos estudados, não foi significativamente correlacionado com a pluviosidade diária no Lago de Tucuruí ($r^2 = 0,00$ $p = 0,88$, $n = 60$; Figura 9).

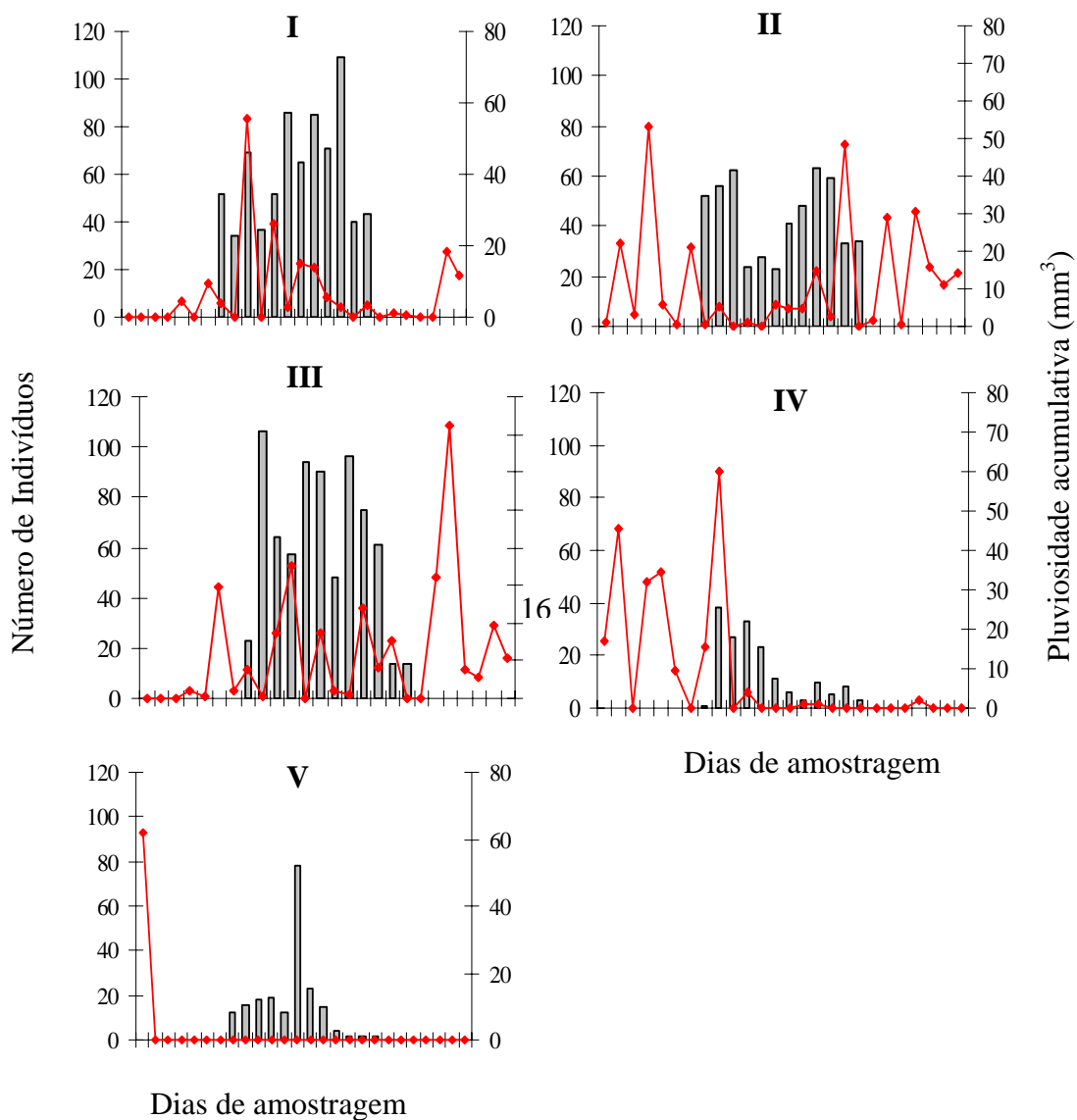


Figura 9: Pluviosidade diária (mm^3 , Linhas vermelhas) e número de indivíduos de anuros observados (Barras) durante as amostragens por transectos, diurno mais noturno, no Lago de Tucuruí, Pará. I, II, III, IV e V, indica os meses de janeiro, março, abril, maio-junho e julho respectivamente.

Nas amostragens diurnas, os maiores números de espécies e indivíduos foram registrados com a temperatura do ar aproximadamente entre 24 e 31°C (Figura 10) e umidade relativa do ar acima de 78% (Figura 11). Porém não houve correlação significativa entre o número de indivíduos observados nos transectos diurnos e a temperatura ($r^2 = 0,018$, $p = 0,310$, $n = 60$) e a umidade do ar ($r^2 = 0,019$; $p = 0,299$; $n = 60$).

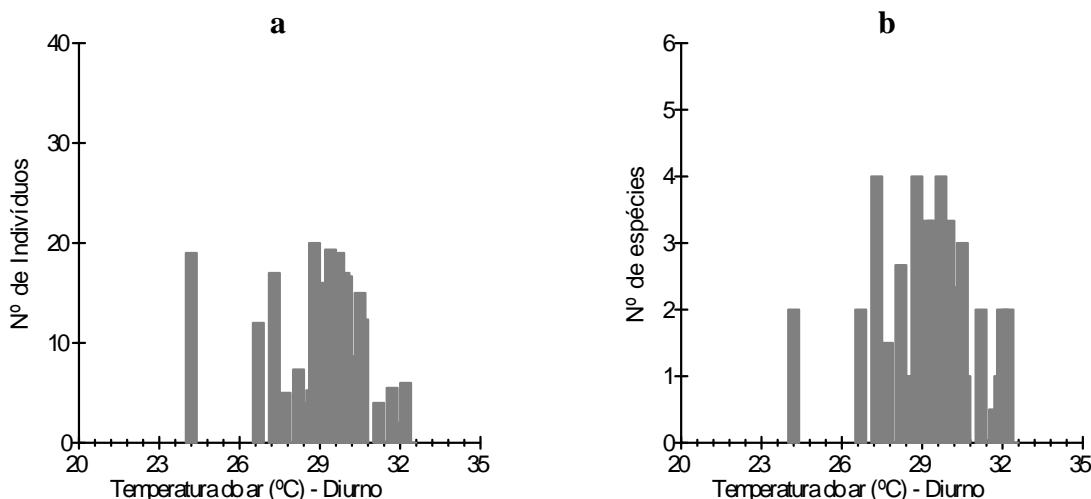


Figura 10: Número total de indivíduos (a) e espécies (b) observados durante as amostragens por transectos diurnos nos fragmentos do Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.

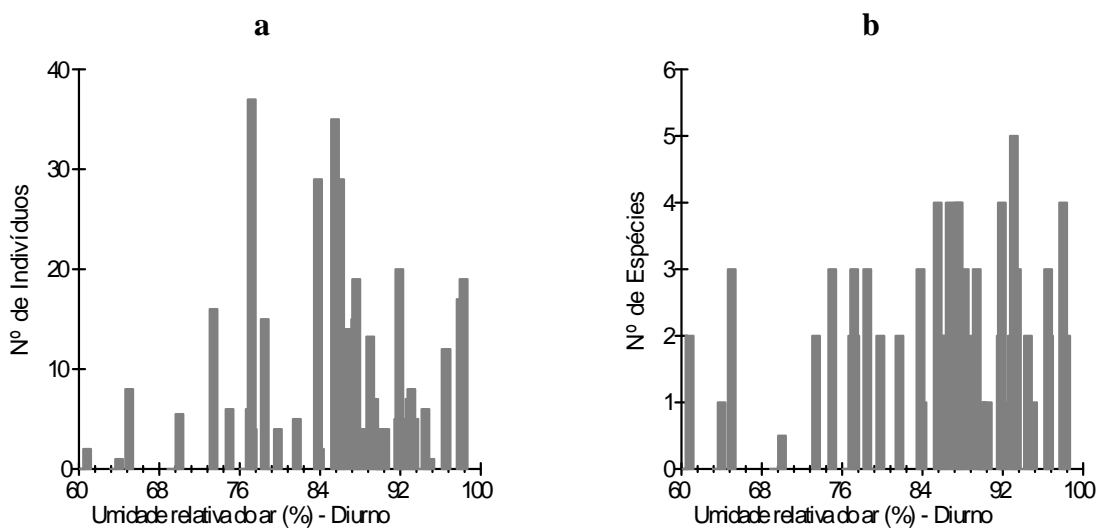


Figura 11: Número total de indivíduos (a) e de espécies (b) observados durante as amostragens por transectos diurnos no Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.

Nas amostragens noturnas, os maiores números de espécies e indivíduos foram registrados com a temperatura do ar entre 25 e 30°C (Figura 12) e umidade relativa do ar acima de 88% (Figuras 13). Houve uma relação significativa entre o número de indivíduos observados nos transectos noturnos com a umidade relativa do ar ($r^2 = 0,07$; $p = 0,042$; $n=60$), mas não com a temperatura noturna ($r^2 = 0,09$; $p = 0,210$; $n = 60$).

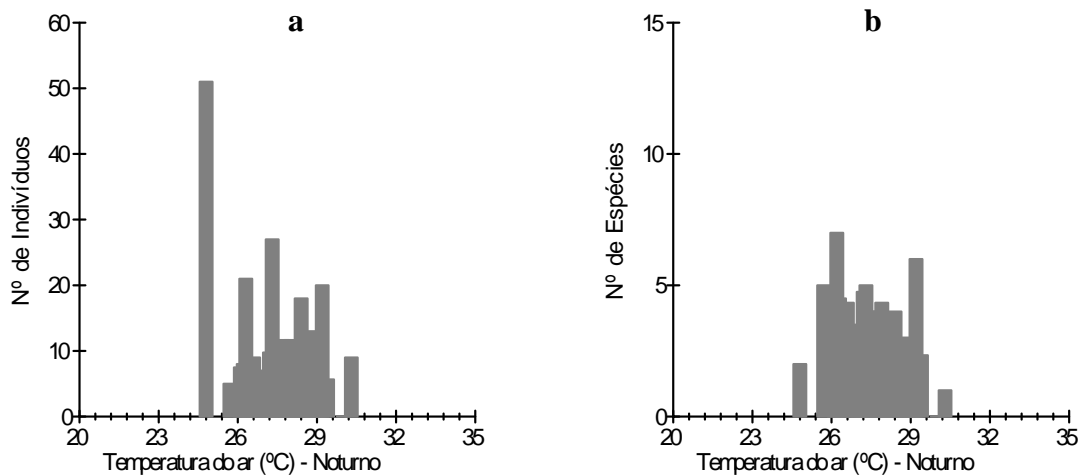


Figura 12: Número total de indivíduos (a) e espécies (b) observados durante os transectos noturnos nos fragmentos do Lago de Tucuruí, Pará.

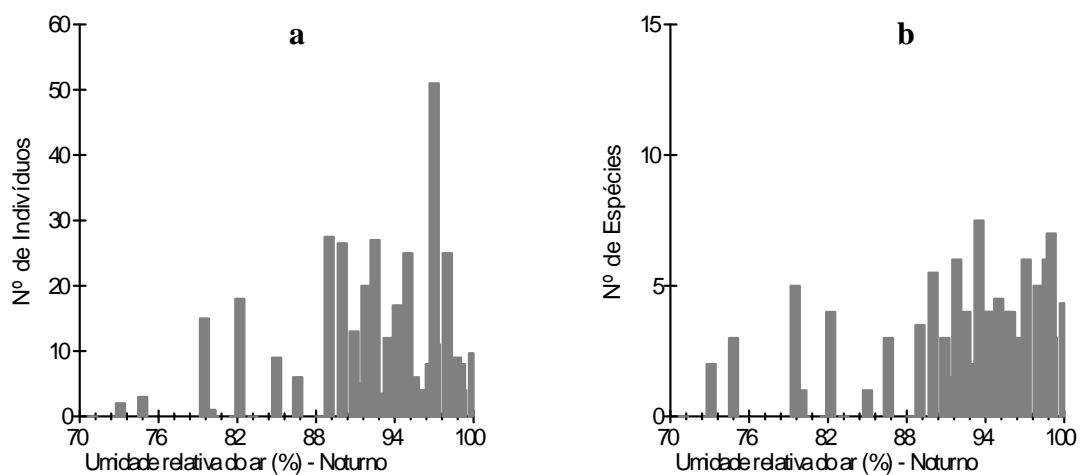


Figura 13: Número total de indivíduos (a) e espécies (b) observados durante os transectos noturnos nos fragmentos do Lago de Tucuruí, Pará.

Das 35 espécies de anuros registradas, 30 ocorreram na Zona de Proteção da Vida Silvestre da margem esquerda (ZPVS-E) e 22 na Zona de Proteção da Vida Silvestre da margem direita (ZPVS-D) (Tabela 2). Ao contrário, o número total de indivíduos observados foi maior na ZPVS-D (1337) do que na ZPVS-E (1020). Apenas cinco espécies foram exclusivas à ZPVS-D, sendo outras 13 exclusivas da ZPVS-E e 17 comuns às duas áreas (Tabela 3).

As famílias Leptodactylidae e Hylidae tiveram o maior número de espécies, 16 e 14 respectivamente. Bufonidae, Dendrobatidae e Microhylidae contribuíram com apenas duas, duas e uma espécie, respectivamente (Figura 14). Porém, em relação à abundância, as famílias Leptodactylidae e Microhylidae apresentaram, respectivamente abundâncias muito superior e inferior em relação às outras famílias (1891 e três indivíduos, respectivamente). As famílias Dendrobatidae, Bufonidae e Hylidae apareceram com abundâncias intermediárias (Figura 15). *Adenomera andreae* e *Eleutherodactylus fenestratus* (Leptodactylidae), *Dendrobates galactonotus* (Dendrobatidae), *Bufo marinus* (Bufonidae), foram às espécies mais abundantes na área (Figura 16). Porém, algumas espécies da família Hylidae, assim como Microhylidae (*Ctenophryne geayi*), também apresentarem abundância muito baixa (Figura 17).

Tabela 3: Presença, ausência e número de indivíduos por espécies registrados nos fragmentos das ZPVS no Lago de Tucuruí, Pará, no período de janeiro a julho de 2005. Tamanho dos fragmentos (G = grande, M = Médio, P = pequeno).

Família/Espécies	ZPVS – E (Base 3)						ZPVS – D (Base 4)					
	B3	T5	GUA	JUQ	TAM	PREF	T4	T15	G1	G2	JUA	IGRN
Tamanho dos Fragmentos	G	G	P	P	M	M	G	G	P	P	M	M
Bufonidae												
<i>Bufo gr. margaritifer</i>	9	2	0	0	0	0	9	12	0	0	1	13
<i>Bufo marinus</i>	2	6	23	14	12	13	0	22	18	2	8	1
Dendrobatidae												
<i>Colostethus gr. marchesianus</i>	7	0	0	0	20	0	12	0	0	0	0	0
<i>Dendrobates galactonotus</i>	44	20	18	10	13	17	2	4	0	6	16	1
Hylidae												
<i>Hyla leucophyllata</i>	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla melanargyrea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Hyla minuta</i>	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla raniceps</i>	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	8	0
<i>Hyla walfordi</i>	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla wavrini</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4	2
<i>Osteocephalus taurinus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Família/Espécies	ZPVS – E (Base 3)						ZPVS – D (Base 4)					
	B3	T5	GUA	JUQ	TAM	PREF	B4	T15	G1	G2	JUA	IGRN
Tamanho dos Fragmentos	G	G	P	P	M	M	G	G	P	P	M	M
<i>Phyllomedusa hipochondrialis</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Scinax aff. boesemani</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scinax boesemani</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scinax gr. ruber</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scinax nebulosus</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scinax x-signatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptodactylidae												
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	6	0	2	2	14	0	15	3	13	1	9	3
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	0	0	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	1	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0
<i>Leptodactylus petersii</i>	2	2	0	4	1	1	0	0	9	0	1	0
<i>Leptodactylus pustulatus</i>	1	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lytodites lineatus</i>	5	1	0	11	33	0	0	0	0	0	0	1
<i>Physalaemus aff. ephippifer</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
<i>Physalaemus ephippifer</i>	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0

Família/Espécies	ZPVS – E (Base 3)						ZPVS – D (Base 4)					
	B3	T5	GUA	JUQ	TAM	PREF	B4	T15	G1	G2	JUA	IGRN
Tamanho dos Fragmentos	G	G	P	P	M	M	G	G	P	P	M	M
<i>Proceratophys concavitympanum</i>	4	2	1	0	9	0	6	0	0	0	0	1
<i>Adenomera andreae</i>	30	165	35	99	100	53	81	173	171	237	209	63
<i>Adenomera</i> sp.	4	8	0	0	2	4	5	22	2	30	15	47
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	5	2
<i>Ceratophrys cornuta</i>	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eleuterodactylus fenestratus</i>	14	29	20	1	6	11	8	8	0	0	11	7
Microhylidae												
<i>Ctenophryne geayi</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	219	242	101	148	219	103	175	246	213	276	287	141

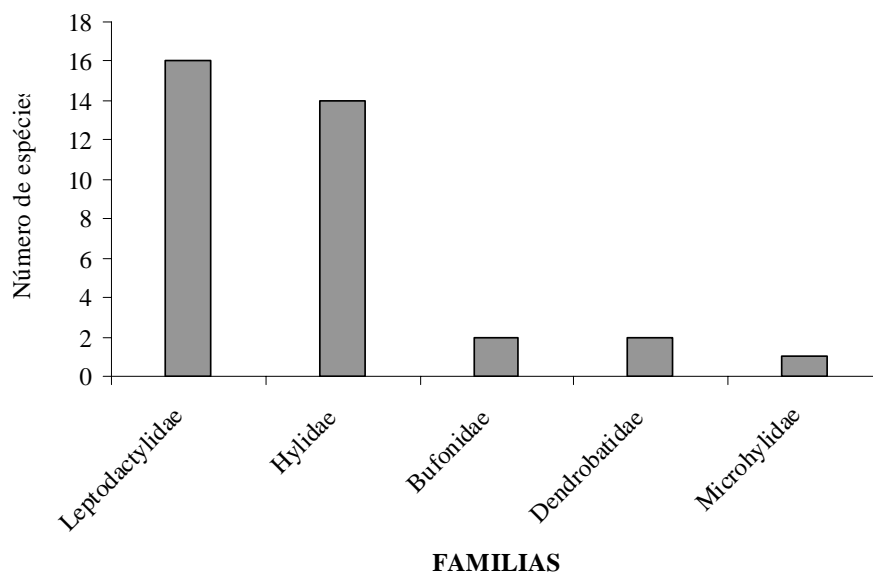


Figura 14: Número de espécies registrado por família de anuros nas ZPVS do Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.

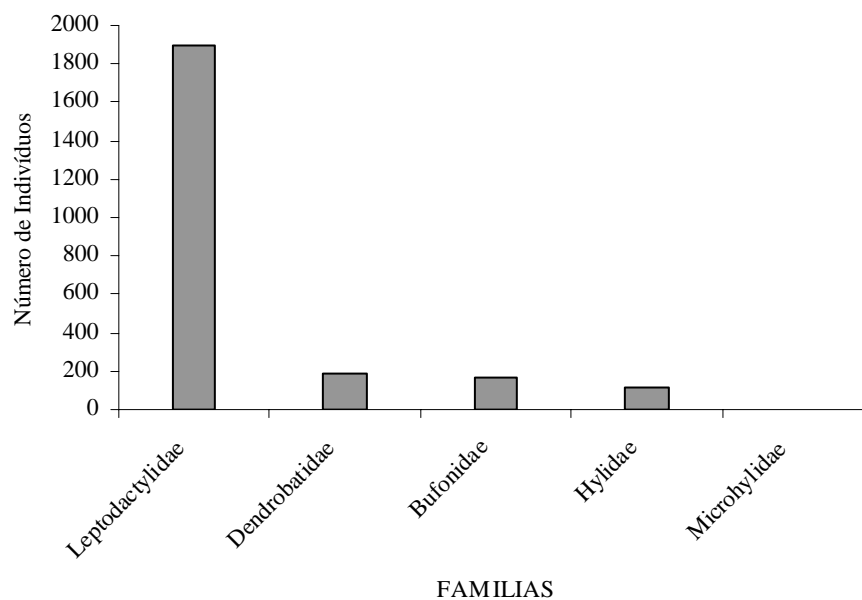


Figura 15: Abundância total por família de anuros registrados nas ZPVS do Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005.

a

*Dendrobates galactonotus*

b

*Bufo marinus*

c

*Eleutherodactylus fenestratus*

d

*Adenomera andreae*

Figura 16: Representantes das famílias Dendrobatidae (a), Bufonidae (b) e Leptodactylidae (c e d) mais abundantes nos diferentes fragmentos no Lago de Tucuruí, Pará.

a

*Scinax boesemani*

b

*Phyllomedusa bicolor*

c

*Phyllomedusa hypochondrialis*

d

*Ctenophryne geayi*

Figura 17: Representantes das famílias Hylidae (a, b e c) e Microhylidae (d) menos abundantes nos diferentes fragmentos no Lago de Tucuruí, Pará.

Na ZPVS-D (Base 4), o maior número de espécies apareceu no fragmento maior, (Trilha 4), e o menor foi nos dois fragmentos menores (G1B4 e G2B4), onde registramos 18, cinco e cinco respectivamente. A maior e a menor abundância foram 287 e 141 indivíduos, nas Ilhas Médias do Juarez (JUAB4) e Grande do norte (IGNB4), respectivamente (Figura 18).

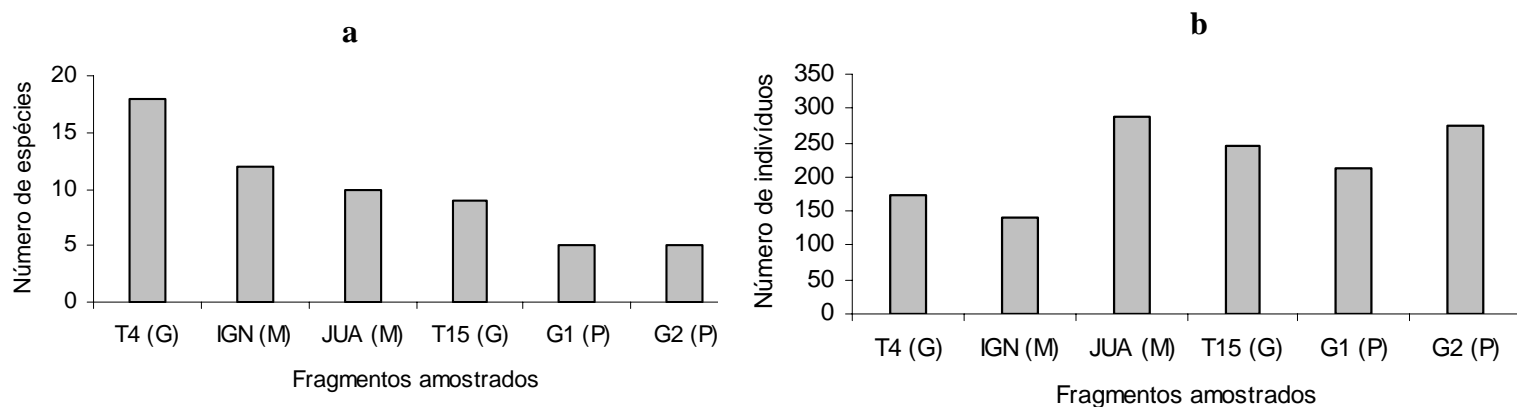


Figura 18: Número de espécies (a) e indivíduos (b) nos seis fragmentos da ZPVS-D (Base 4) no período de cinco amostragens, no Lago de Tucuruí, Pará, de janeiro a julho de 2005. P = fragmentos pequenos, M = médios e G = grandes.

Na ZPVS-E a maior riqueza de espécies de anuros ocorreu no fragmento maior (Base 3) com 23 espécies, sendo que nos fragmentos na Ilha do Prefeito (PREF), fragmento de tamanho intermediário, e na Ilha Guariba (GUA), fragmento menor, registramos a menor riqueza de espécies, com oito espécies em cada uma delas. A maior abundância foi na trilha 5 (Fragmento maior) e a menor na Ilha Guariba (Figura 19).

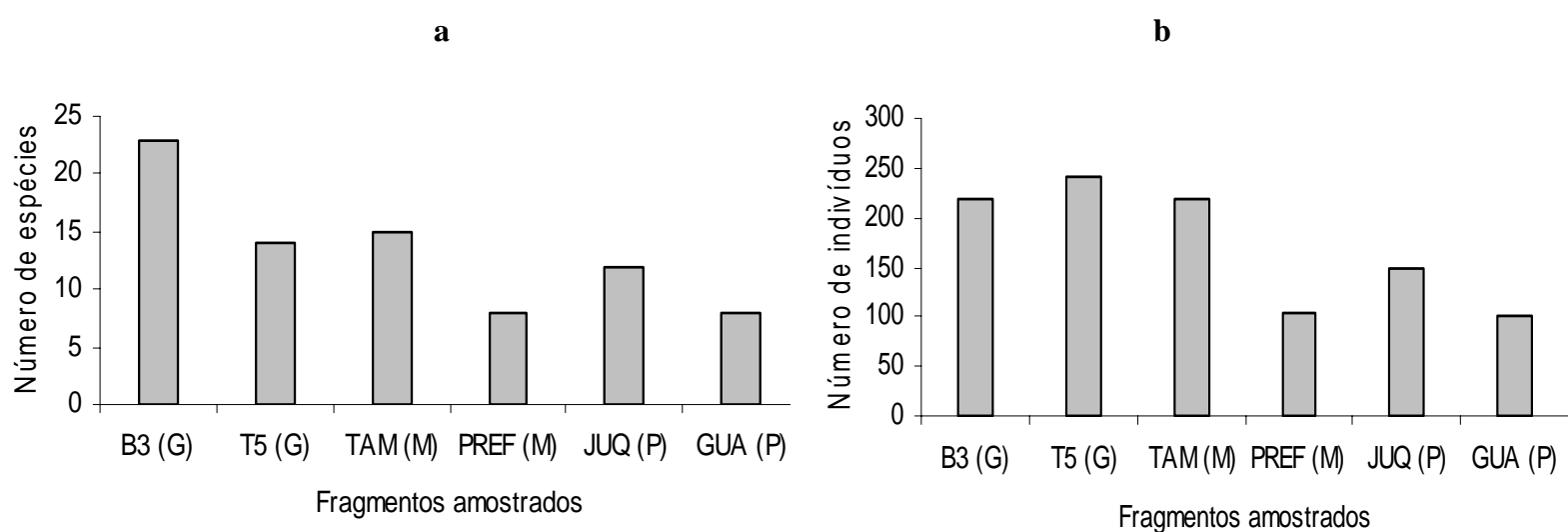


Figura 19: Número de espécies (a) e indivíduos (b) de anuros nos seis fragmentos da ZPVS - E (Base 3) nas cinco amostragens, no Lago de Tucuruí, Pará. P = fragmentos pequenos, M = médios e G = grandes.

A riqueza de espécies de anuros foi relacionada positivamente e significativamente com o tamanho dos fragmentos ($r^2 = 0.478$; $p = 0.013$; $n = 12$), mas não houve relação significativa entre o número de indivíduos por fragmento e o tamanho dos fragmentos ($r^2 = 0.007$; $p = 0.396$; $n = 12$; Figura 20). Não houve relação significativa da riqueza de espécies ($r^2 = 0.257$; $p = 0.093$; $n = 12$) e da abundância total de indivíduos de anuros ($r^2 = 0.001$; $p = 0.913$; $n = 12$), com o grau de isolamento dos fragmentos amostrados.

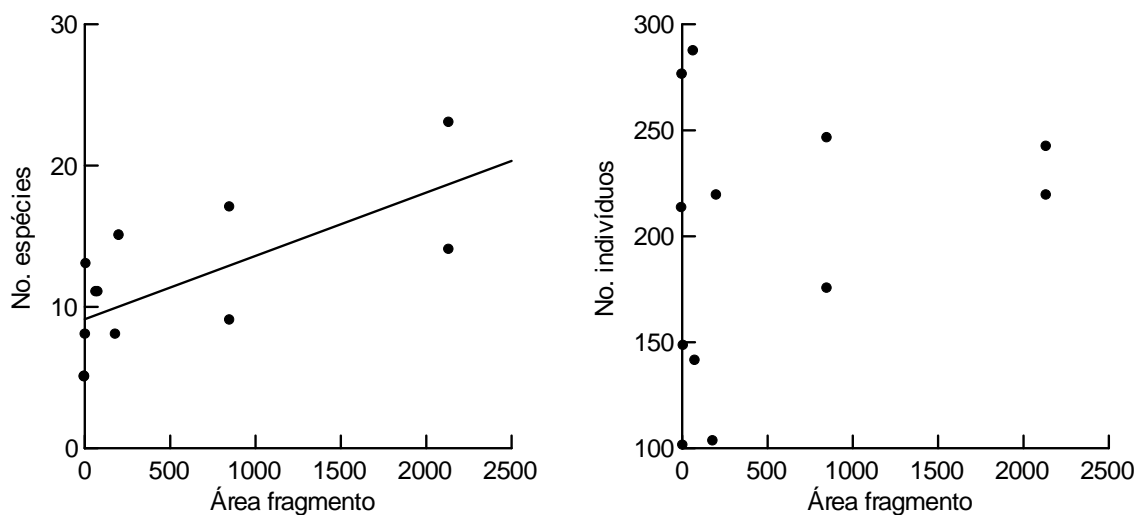


Figura 20: Relação entre o número de espécies (esquerda) e o número de indivíduos (direita) de anuros e o tamanho dos fragmentos nas duas Zonas de Proteção da Vida Silvestre, no Lago de Tucuruí, Pará.

Entretanto, a composição de espécies da anurofauna apresentou uma maior similaridade de espécies entre os fragmentos de uma mesma ZPVS do que entre fragmentos do mesmo tamanho (Figura 21).

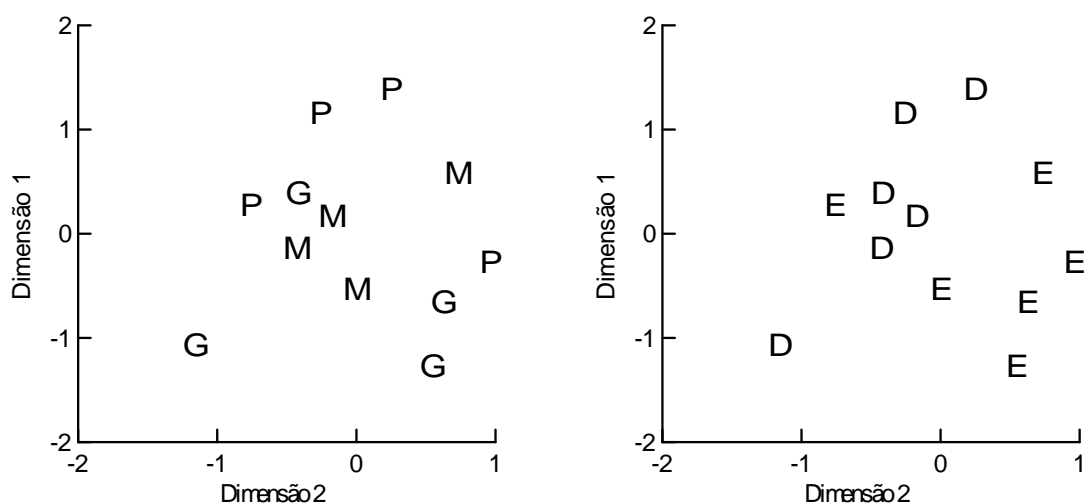


Figura 21: Composição de espécies de anuros, conforme definido por Análise de escalonamento multidimensional (MDS), em fragmentos (P = pequeno, M= médio, G = grande) e nas Zonas de Proteção da Vida Silvestre da margem esquerda (E) e margem direita (D).

Quando analisamos a composição de espécies da anurofauna excluindo as espécies exclusivas de um ambiente alagado e de área aberta da Base 3, o padrão de uma maior similaridade entre fragmentos de uma mesma ZPVS do que entre fragmentos do mesmo tamanho se manteve. Porém os fragmentos de diferentes tamanhos apresentaram maiores distâncias (Figura 22).

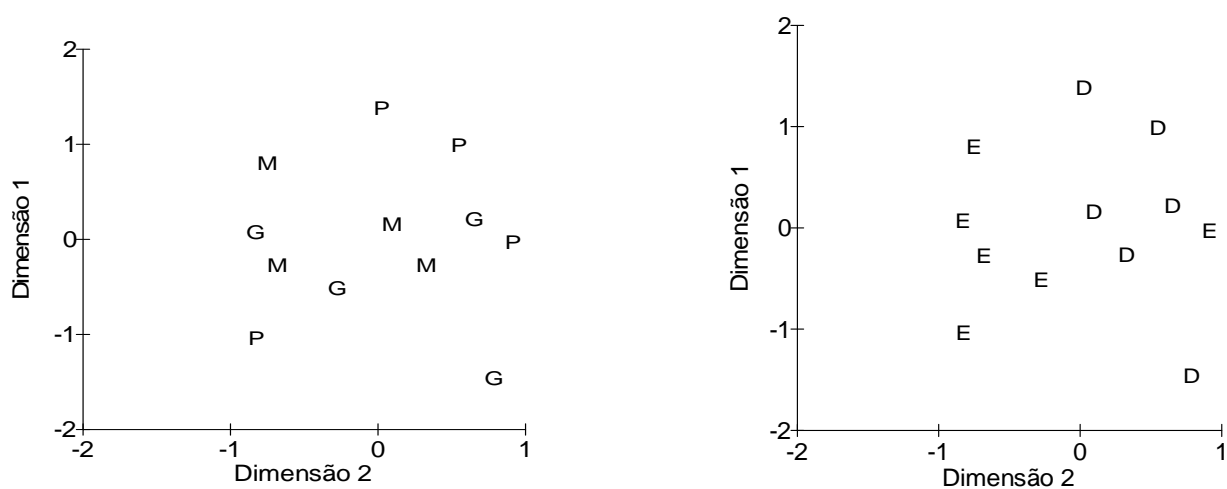


Figura 22: Composição de espécies de anuros, conforme definido por Análise de escalonamento multidimensional (MDS), em fragmentos (P = pequeno, M = médio, G = grande) e nas Zonas de Proteção de Vida Silvestre da margem esquerda (E) e margem direita (D) excluindo as espécies exclusivas de um ambiente alagado de área aberta na Base 3.

4. DISCUSSÃO

O número de espécies de anuros registrado nesse estudo, 35 espécies, foi menor, do que em áreas mais conhecidas na Amazônica oriental, como na região de Belém, 55 espécies, (GALATTI *et al* no prelo) e na Floresta Nacional de Caxiuanã, 41 espécies, (ÁVILA-PIRES & HOOGMOED 1997; BERNARDI *et al.* 1999) e mesmo em regiões com menor esforço de amostragem, como no baixo Xingu, 49 espécies, (GALATTI. com. pessoal) e Floresta Nacional do Tapajós, 35 espécies, (CALDWELL não-publ.). A menor riqueza de espécies observada aqui, pode estar relacionada com a integridade e com o tamanho das áreas amostradas, caracterizadas por fragmentos de florestas, relativamente isolados.

Mais provavelmente, o menor esforço de amostragem em termos de duração das coletas no campo e do tamanho da área amostrada, devem ter influenciado no menor número de espécies registrado aqui. Segundo registros da Coleção Herpetológica do Museu Paraense Emílio Goeldi, de espécies coletadas na região, antes da formação do Lago, ainda pode ser previsto o registro de pelo menos nove espécies de anuros (*Dendrophryniscus minutus*, *Atelopus spumarius*, *Bufo guttatus*, *Allophryne ruthveni*, *Hyla multifasciata*, *Hyla geographica*, *Osteocephalus leprieuri*, *Phyllomedusa vaillanti*, e *Pseudopaludicola* sp.). Porém a curva de coletor para as espécies de anuros sugere que as espécies mais comuns nas áreas amostradas já foram registradas. Por outro lado, podemos constatar que esse estudo também contribuiu para um aumento significativo no número de espécies registradas na região, já que 15 espécies de anuros observados ainda não haviam sido registrados para a região de Tucuruí.

Estimadores baseados no conceito estatístico de cobertura de amostras são relativamente novos no campo de estimativas de riqueza de espécies e ainda estão num período de experiência (LONGINO *et al.* 2002). Na maioria dos estudos que utilizaram estimadores de riqueza, as estimativas apresentaram comportamento variável, com a curva

de acumulação de espécies estabilizando em alguns casos e em outros não. Neste estudo todas as estimativas de riqueza utilizadas tenderam a estabilidade.

Segundo TOTI *et al.* (2000), podemos considerar que um bom estimador, deve alcançar ou chegar perto à estabilidade com menos amostras necessárias para a estabilidade da curva de acumulação das espécies observadas e também não deve apresentar estimativas que difiram amplamente dos outros estimadores. Portanto, segundo esses parâmetros, todas as estimativas apresentaram um bom desempenho.

A soma das espécies observadas aqui com aquelas registradas na Coleção Herpetológica do Museu Paraense Emílio Goeldi de Tucuruí, resulta num total de 44 espécies para a região, indicando assim o bom desempenho dos estimadores utilizados. Entre todas as estimativas obtidas neste estudo, somente *Jackknife2* apresentou uma espécie a mais do que o então conhecido para a região. Todas as outras estimativas ficaram abaixo de 44 espécies. Os estimadores *Bootstrap* e *ICE*, apresentaram o pior desempenho dentre todos, com estimativa de aproximadamente 38 e 37 espécies respectivamente. Provavelmente o estimador *ICE* por apresentar um acentuado crescimento inicial e posteriormente uma queda e tendendo a estabilidade após um número razoável de amostras, não seja muito confiável. Porém, o mau desempenho do *Bootstrap* em estimativas de diversidade também foi observado em outros estudos (COLWELL & CODDINGTON, 1994, TOTI *et al.*, 2000).

Os dois métodos de amostragens, transectos e armadilhas de interceptação e queda, foram complementares, conforme esperado, já que as espécies arborícolas só foram registradas em amostragens por transecto, embora apenas três espécies foram capturadas exclusivamente nas armadilhas.

Na área de estudo, a riqueza e a abundância total de indivíduos de anuros, não mostrou relação significativa com a pluviosidade. Porém, quando analisamos a pluviosidade e o número total de espécies e indivíduos nos dois métodos e períodos de amostragens, as maiores riquezas e abundância foram observadas nos três primeiros meses de amostragem, coincidindo com o período de chuva.

A maior riqueza de espécies de anuros nos fragmento maiores está de acordo com estudos feitos em outras regiões da Amazônia (TERBORGH *et al*, 1997; TOCHER *et al* 1997; VALLAN 2000). Esses estudos concluíram que fragmentos maiores apresentam mais microhabitats favoráveis para a manutenção das espécies do que os fragmentos menores. TOCHER *et al.* (1997) encontraram quase o dobro de espécies de anfíbios nas áreas de floresta contínua do que nas áreas fragmentadas, sugerindo que a perda da floresta e a fragmentação reduzem drasticamente a riqueza de espécies locais. Além disso, SCHIERHOLZ (1991) observou que fragmentos menores estão sujeitos a maiores variações climáticas, o que pode reduzir o número de espécies que possam sobreviver nestes tipos de habitats. Porém, a relação entre o grau de isolamento e riqueza e abundância total de indivíduos de anuros não foi significativo, o que também foi observado por FEELEY (2003) no Lago Guri, em ilhas formadas por enchimento de reservatório.

Nossos resultados evidenciam um efeito da fragmentação florestal sobre a riqueza de espécies através da relação direta entre a riqueza de espécies observadas e o tamanho do fragmento.

A diferença na composição de espécies da anurofauna entre as ZPVS parece mais relacionada com o estado de conservação do ambiente onde estão inseridas as ZPVS. A maior riqueza de espécies observada na ZPVS-E pode ser devido ao melhor estado de conservação dos fragmentos nesta margem do Lago, não tendo sido observado qualquer padrão relacionado a bacia do rio Tocantins como barreira geográfica. Além disso, a

diferença na composição e riqueza de espécies encontrada entre as duas ZPVS pode indicar diferenças na disponibilidade de habitats para manutenção das populações, o que pode reforçar a idéia de que a conservação das espécies dependerá tanto do tamanho da área a ser preservada como da integridade do ambiente.

As diferenças observadas na composição de espécies entre as duas Zonas de Proteção de Vida Silvestre, margem esquerda e direita do Lago, indicam certa complementariedade entre essas duas unidades para a conservação da anurofauna local, assim como a necessidade de maior esforço de amostragem de anuros, principalmente através da ampliação da área de estudo, para uma melhor compreensão destas diferenças e suas implicações.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA-PIRES, T. C. S. & HOOGMOED, M. S. 1997. The Herpetofauna. **In:** Lisboa, P. L. B. (org.). **Caxiuanã**. Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi. P. 389-401
- BERNARDI, J. A. R.; ESTUPIÑÁN, R. A. & GALATTI, U. 1999. New Anuran from the Floresta Nacional de Caxiuanã, Eastern Amazon, Brazil. **Herpetological Review**. **30(3)**: 176-177.
- BIERREGAARD, JR., R. O., LOVEJOY, T. E., KAPOV, V., DOS SANTOS, A. A., HUTCHINGS, R. W. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioSciences** **42**: 859-866.
- BROWN JR., K. S., HUTCHINGS, R. W. 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian Forest Butterflies. 1997. **In:** Laurance, W. F., Bierregaard, R. O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 91-110.
- COLWELL, R.K. & J.A. CODDINGTON. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions: Biological Sciences (Ser. B)**, **345**:101–118.
- COLWELL, R. K. 1997. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5**. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eed.uconn.edu/estimates>.

COSSON, J-F., PONS, J-M., MASSON, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** **15**: 515-534.

DIXO, M. B. O. 2001. **Efeito da fragmentação da floresta sobre a comunidade de sapos lagartos de serrapilheira no Sul da Bahia**. Dissertação de mestrado do Instituto de Biociências da USP. 77pp.

ELETRONORTE. 1990. Plano Diretor de meio ambiente do setor elétrico 1991/93 (**PDMA**). Rio de Janeiro.

ELETRONORTE/ENGEVIX – THEMAG. 1989. Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Plano de utilização do Reservatório. Programa de levantamento e estudos da Fauna. Caracterização da Fauna. Brasília. (**TUC-20-26841-RE**).

ELETRONORTE. 2000. **Macrozoneamento da Área de Influência, a Montante, do Lago-Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí**. Documento base para discussões, Tucuruí, Pará, 145p.

FAHRIG, L. 2002. Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis. **Ecological Applications** **12** (2): 346-353.

FEARNSIDE, P.M. 1995. Potential impacts of climatic change on natural forests and forestry in Brazilian Amazônia. **Forest Ecology and Management**, **78**: 51-78.

- FEELEY, K. J. 2003. Analysis of Avian communities of Lake Guri, Venezuela, using multiple assembly rule models. **Oecologia** **137**: 104-113.
- FISCH, G. F.; JANUÁRIO, M.; SENNA, R. C. 1990. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): Climatologia. **Acta Amazônica**, **20** (Único): 49 – 60.
- GALATTI, U., ESTUPIÑÁN –T. R. A., DIAS, A. C. L., TRAVASSOS, A. E. M. (no prelo). Anfíbios da Área de Pesquisa Ecológica do Guamá-Apeg e Região de Belém, Pará. In Joaquim Ivanir Gomes; Marlúcia Martins; R. M. Silva (Eds.): Inventário e Dinâmica Biológica da Área de Pesquisa Ecológica do Guamá -APEG.
- JANZEN, D. H. 1994. Priorities in Tropical biology. **TRENDS in Ecology and Evolution** **9**: 365-367.
- LAURANCE, W. F., BIERREGAARD, R. O. (Eds). 1997. **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**. University of Chicago Press, Chicago.
- LIMA, M. G. & GASCON, C. 1999. The conservation value of linear forest remnants in Central Amazonia. **Biological Conservation** **91**: 241-247.
- LONGINO, J.T., CODDINGTON, J. & COLWELL, R. K. 2002 The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness tree different ways. **Ecology**, **83(3)**, p. 689-702.

- MALCOM, J. R. 1994. Edge effects of Central Amazonian forest fragments. **Ecology** **75**: 2438-2445.
- MÜLLER, A.C. 1996. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. Makron Books do Brasil Editora Ltda e Editora McGraw-Hill Ltda. São Paulo. 412p.
- SCHELLAS, J., GREENBERG, R. 1997. **Forests patches in tropical landscapes**. Washington; Island Press. 426p.
- SCHIERHOLZ, T. 1991. Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. Centro de Estudos Brasileiros, Universidade Johns Hopkins, Estados Unidos. **Ciência Hoje**. Vol. 12 N° 71.
- TERBORGH, J. 1992. Maintenance of diversity in Tropical forests. **Biotropica** **24**: 283-292.
- TERBORGH, J., LOPEZ L., & TELLO, J. 1997. Bird Communities in Transition: The Lago Guri Islands. **Ecology**, 78 (5). 1494-1501pp.
- TOCHER, D., M, GASCON., & ZIMMERMAN, B. L. 1997. Fragmentation Effects on a Central Amazonian Frog Community: A ten-year study. **In**: Tropical Forest Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities.

- TOTI, D. S., COYLE, A. F. & MILLER, J. A. 2000. A structured inventory of appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. **The Journal of Arachnology** **28**: 329-345.
- TURNER, I. M. & CORLETT, R. T. 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rainforest. **TRENDS in Ecology and Evolution** **11**: 330-333.
- VALLAN, D. 2000. Influence of forest fragmentation on amphibian diversity in the nature reserve of Ambohitantely, highland Madagascar. **Biological Conservation** **96**: 31-43.
- VIANA, V. M. & PINHEIRO, L. A. F. V. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**. V.12, N.32, p. 25-42.

ANEXO

ANEXO 1: Lista de Anuros registrados nos fragmentos do Lago da UHE-Tucuruí, Pará.

ANFÍBIOS

ANUROS

Família Bufonidae

Bufo gr. *margaratifer* (Laurenti, 1768)

Bufo marinus (Linnaeus, 1758)

Família Dendrobatidae

Colostethus gr. *marchesianus* (Melin, 1941)

Dendrobates galactonotus Steindachner, 1864

Família Hylidae

Hyla melanargyrea Cope, 1887.

Hyla wavrini Parker, 1936

Hyla raniceps (Cope, 1862)

Hyla minuta Peters, 1872

Hyla leucophyllata (Bereis, 1783)

Hyla walfordi Bokermann, 1962

Osteocephalus taurinus Steindachner, 1862

Phyllomedusa hypochondrialis (Daudin, 1800)

Phyllomedusa bicolor (Boddaert, 1772)

Scinax x-signatus (Spix, 1824)

Scinax nebulosus (Spix, 1824)

Scinax boesemani (Goin, 1966)

Scinax aff boesemani

Scinax gr. *ruber*

Família Leptodactylidae

Adenomera andreae (Muller, 1923)

Adenomera hylaedactyla (Cope, 1868)

Adenomera sp.

Ceratophrys cornuta (Linnaeus, 1758)

Eleutherodactylus fenestratus (Steindachner, 1864)

Leptodactylus petersii (Steindachner, 1864)

Leptodactylus labyrinthicus (Spix, 1824)

Leptodactylus macrosternum Miranda-Ribeiro, 1926

Leptodactylus mystaceus (Spix, 1824)

Leptodactylus pentadactylus (Laurenti, 1768)

Leptodactylus pustulatus (Peters, 1870)

Leptodactylus rhodomystax Boulenger, 1884

Lithodytes lineatus (Schneider, 1799)

Physalaemus ephippifer (Steindachner, 1864)

Physalaemus aff ephippifer

Proceratophrys concavitympanum Giaretta, Bernarde & Kokubum, 2000

Família Microhylidae

Ctenophryne geayi Mocquard, 1904