

UFRRJ
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

Dissertação

**Variações nas assembléias de peixes de um reservatório tropical ao longo do ciclo
nictimeral em ambientes providos ou não com abrigos artificiais**

Wagner Uehara

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**Variações nas assembléias de peixes de um reservatório tropical ao longo do ciclo
nictimeral em ambientes providos ou não com abrigos artificiais**

WAGNER UEHARA

Sob a Orientação do Professor
Francisco Gerson Araújo

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Seropédica, RJ

Junho de 2014

639.3

U22v

T

Uehara, Wagner, 1981-

Variações nas assembléias de peixes de um reservatório tropical ao longo do ciclo nictimeral em ambientes providos ou não com abrigos artificiais / Wagner Uehara - 2014.

63 f.: il.

Orientador: Francisco Gerson Araújo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal.

Bibliografia: f. 40-49.

1. Peixe - Criação - Teses. 2. Mudanças climáticas - Teses. 3. Ecologia dos reservatórios - Teses. 4. Reservatórios - Teses. I. Araújo, Francisco Gerson, 1954-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

WAGNER UEHARA

Variações nas assembléias de peixes de um reservatório tropical ao longo do ciclo nictimeral em ambientes providos ou não com abrigos artificiais

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____ / ____ / ____

**Francisco Gerson Araújo – (Ph.D) – UFRRJ
Orientador**

Gilmar Bastos Santos (Dr.) – PUC-

Benjamin Carvalho Teixeira Pinto (Dr.) - UFRRJ

Rafael Jardim Albieri (Dr.) - UFRRJ

Agradecimentos

Ao professor Francisco Gerson Araújo, por aceitar me orientar, pela paciência em esperar minhas análises e conclusões, por sua dedicação e ensinamentos.

A minha querida esposa que sempre esteve ao meu lado, desde que resolvi trilhar este caminho, mesmo não tendo um retorno financeiro, e por agüentar o meu mau humor durante os últimos meses, pois no fim de tudo só você me entende. Te amo para sempre.

Aos meus filhos, Alice e João Pedro que mesmo não entendendo o porquê, sempre compreenderam a minha desatenção, principalmente nestes últimos meses. Filhos quase tudo que faço, pode ter certeza, que é pensando em vocês.

A minha mãe, pai, Avô Bunzo e Avó Maria sem ajuda de vocês eu não chegaria até aqui. Se eu fizer metade do que vocês fizeram por mim com meus filhos já ficaria realizado.

Aos meus irmãos Douglas e Juliana que tanto me aturaram, mas hoje em dia, sempre estão dispostos a ajudar.

A meus amigos de Laboratório meus agradecimentos: A Paulinha Guedes sempre foi minha conselheira, desde que entrei no laboratório; Tailan nos últimos anos meu principal brother não só nas coletas; Ruan mesmo com seu jeito peculiar de ser, sempre me deu força para continuar; Paulo o que posso falar daquele rapaz que mal tinha conhecido e já foi me arrumando um apelido, obrigado pela parceria de tantas coletas; Iracema pelos trabalhos publicados com sua parceria, não só no laboratório, mas também nas coletas de 24 horas. Ao Alex pelos conselhos sempre produtivos; A Bianca pelo entusiasmo e dedicação que consegue transmitir a todos só com sua presença; Rafael pela força que também tentou passar mesmo sendo daquele jeito que todos conhecem; À Taynara e Débora por dividir o espaço da sala nesses últimos anos me ajudando sempre que precisei. Ao Léo e Tati obrigado pela ajuda, principalmente quanto às análises do Primer, À Márcia pela atenção sempre, que precisei e por fazer

parte da sua equipe de campo; À Helaine, Fernando, Luna, Samara, Rosa e Zé Paulo, Marcão e Hamilton pela boa convivência nestes últimos meses.

A nova geração do laboratório (Rafaela, Evelin, Geysa, Caculé, Cleivison, Gustavo e todos os outros aqui não citados) que de alguma forma, nos motiva ainda mais a continuar, pois até pouco tempo atrás, também vinha para o LEP, e via o empenho dos mais antigos, e me dava mais motivação em continuar.

A geração que não está mais presente no LEP, Toninho, Pessanha, Márcio, Joaquim, Jacaré, Benjamim, Alejandra e Luciano (estes por terem dado a oportunidade de começar a estagiar no LEP), dentre outros, podem ter certeza que vocês foram os motivadores de muitos que aqui estão.

A Família da tia Deise por cuidarem do João Pedro e acolherem a Ana quando estou viajando nas coletas.

A CAPES pela bolsa concedida durante a realização deste trabalho.

Resumo

UEHARA, Wagner. Variações nas assembleias de peixes de um reservatório tropical ao longo do ciclo nictimeral em ambientes providos ou não com abrigos artificiais. 2014. 49 pg. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Biologia. Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2014

O reservatório de Lajes foi construído há pouco mais de um século sendo um reservatório “tipo-lago” com aproximadamente 30 km² de área, localizado na encosta da Serra do Mar, e formado a partir da contribuição de pequenos riachos, com ausência de grandes rotas migratórias para os peixes e com defluência total de 20 m³/seg através das turbinas da usina hidrelétrica. Neste sistema relativamente fechado, avaliaram-se as mudanças nas assembleias de peixes ao longo do ciclo nictimeral (anoitecer, noite, amanhecer e dia) em duas áreas com diferentes níveis de estruturação física (presença ou não de abrigos artificiais). Hipotetizamos que a comunidade de peixes apresentaria maior riqueza e abundância nas áreas com a presença de abrigos, e que as variações nictimerais determinariam a estrutura da comunidade neste reservatório “tipo-lago”. As amostragens foram realizadas mensalmente entre Setembro de 2005 e Agosto de 2006, com redes de espera (30 m de comprimento × 2.5 de altura; malhas de 1,5-7 cm entre nós adjacentes). Um total de 192 amostras (450 m² de redes/amostra) foi obtido, capturando 1934 indivíduos (1230 na área com abrigos e 704 na área sem abrigos). A estrutura da comunidade não diferiu entre as áreas, embora tenha se verificado maior número de peixes na área com abrigos. *Metynnis maculatus*, um characiforme não nativo, foi a espécie mais abundante, correspondendo a aproximadamente 25% do número total de peixes capturados. Considerando cada área separadamente, a área com abrigos apresentou maior contribuição numérica de *M. maculatus* ($P < 0.05$), embora outras espécies tenham também sido mais abundantes nesta área, mas as diferenças entre as áreas não foram significativas ($P > 0,05$) (e.g. *Astyanax paraguayensis*, *Astyanax bimaculatus* e *Loricariichthys castaneus*). *Loricariichthys castaneus* foi a espécie de maior abundância numérica e em biomassa na área sem abrigos. Diferenças na estrutura das assembleias de peixes ao longo do ciclo nictimeral foram detectadas tanto na área com abrigos como na área sem abrigos, com o período do dia sendo diferenciado dos demais períodos. A abundância numérica, número de espécies, riqueza de Margalef e

diversidade de Shannon foram maiores durante a noite e menores durante o dia em ambas as áreas. *Astyanax paraguayana* foi a espécie de maior contribuição para a similaridade média no período da noite enquanto *Geophagus brasiliensis* foi a espécie característica do período do dia, em ambas as áreas. Já *Cichla kelberi* se caracterizou como a espécie de preferências pelos períodos anoitecer e amanhecer. Variações sazonais nas condições ambientais, embora não muito relevantes para a estruturação da ictiofauna, apresentaram uma separação entre a primavera-verão, coincidindo com maiores pluviosidades, e o outono-inverno, coincidindo com menores pluviosidades. *Metynnis maculatus* e *G. brasiliensis* foram espécies características do período Primavera-Verão. *Astyanax paraguayana* (na área com abrigos) e *C. kelberi* (na área sem abrigos) foram características do Outono-Inverno, de acordo com SIMPER. Além da pluviosidade, também a cota (nível da represa) foram fatores mais importantes na estruturação da comunidade de peixes do que as variáveis ambientais de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade, embora as respostas de cada espécie sejam específicas para as diferentes variáveis ambientais. A hipótese de maior abundância na área com abrigos foi aceita, embora a riqueza e a estrutura das assembleias não tenham diferido entre as áreas. Também foi aceita a hipótese de que variações nictimerais são importantes na estruturação da assembleia de peixes, sendo boas preditoras da abundância e da riqueza de espécies neste reservatório “tipo-lago”.

Palavras-chave: ictiofauna, mudanças temporais, reservatórios, abrigos artificiais.

ABSTRACT

UEHARA, Wagner. Changes in fish assemblages in a tropical reservoir along the diel cycle in areas with and lacking artificial shelters. 2014.49 pg. Dissertation (Master of Science - Animal Biology). Instituto de Biologia. Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2014

Lajes reservoir was built a hundred years ago, and is a "type-lake" reservoir with an area of approximately 30 km², on the slopes of the Sea Mountains, with inflow contribution of small streams, lacking major routes for fish migration and a defluence of 20 m³/sec through the turbines of a hydroelectric plant. In this relatively closed system, we evaluated changes in fish assemblages along the daily cycle (sunset, night, sunrise and day) in two areas with different levels of physical structure (presence or absence of artificial shelters). We hypothesized that the fish community has greater richness and abundance in areas with the presence of artificial shelters, and that diel changes determine structure of the fish assemblage in this "type-lake" reservoir. Fish sampling were carried out monthly, between September 2005 and August 2006, using gill nets (30 m long × 2.5 high, with mesh size ranging from 1.5 to 7 cm between adjacent knots). A total of 192 samples (450m² of nets / sample) was performed, collecting 1934 individuals (1230 in the sheltered area and 704 in the not sheltered area). *Metynnis maculatus*, a non-native characiforme, was the most abundant species, accounting for approximately 25% of the total number of fishes. The community structure did not differ between the two areas, although a higher number of fishes and a higher number of *M. maculatus* ($P < 0.05$) were found for the area with artificial shelters. Other species (e.g. *Astyanax paraguayae*, *Astyanax bimaculatus* and *Loricariichthys castaneus*) had higher abundance in the area with shelters but no significant differences were detected between the two areas. *Loricariichthys castaneus* was the only species with higher numerical and biomass abundance in the area lacking shelters. Changes in structure of the fish assemblages were observed along the diel cycle in both, sheltered and not sheltered areas, with the period of the day differing from the other periods. The number of fishes, number of species, Margalef richness and Shannon Diversity were significantly higher during the night e lower during the day for both areas. *Astyanax paraguayae* had the most contribution to the average similarity for the night period,

whereas *Geophagus brasiliensis* was the characteristic species for the period of the day in both areas. *Cichla kelberi* showed preference for the sunrise and sunset periods. Seasonal changes in environmental condition, although not particularly relevant for structuring fish community, had two more defined periods; the Spring-Summer, coinciding with the highest rainfall, and Autumn-Winter, coinciding with the dry season. *Metynnis maculatus* and *G. brasiliensis* were typical species of the Spring-Summer. *Astyanax paraguayae* (in the area provided with shelters) and *C. kelberi* (in the area lacking shelters) were typical species of the Autumn-Winter, according to SIMPER. Besides rainfall, water level were more important factors structuring fish community than the environmental variables of temperature, dissolved oxygen, pH and conductivity, although responses were species-specific to different environmental variables. The hypothesis of higher abundance in the area provided with shelters was accepted, although richness and structure community did not change between the two areas. Moreover, the hypothesis that diel changes are important for structuring fish assemblages was accepted, being good predictors of fish abundance and richness in this “type-lake” reservoir.

Key words: ichthyofauna, temporal changes, reservoirs, artificial reefs.

Índices das Tabelas

- Tabela 1.** Lista de espécies coletadas no reservatório de Lajes. * Espécies não ativas10
- Tabela 2.** Número total de indivíduos (N), biomassa (B em gramas) e frequência de ocorrência (FO) de peixes coletados em ambas as áreas (com abrigos e sem abrigos)...11
- Tabela 3.** Abundância numérica (N), Biomassa (B, em gramas) e Frequência de Ocorrência (FO) de peixes nas áreas com abrigos e sem abrigos do Reservatório de Lajes.12
- Tabela 4.** Comparação dos descritores da comunidade entre as áreas com abrigos e sem abrigos de acordo com a Análise de Variância monofatorial (ANOVA) e comparações através do teste Tukey. S, numero de espécies; N, numero de indivíduos; D, riqueza de Margalef; H', diversidade de Shannon.....14
- Tabela 5.** ANOVA (mono-fatorial) com valores de MS ,F ,P e Teste Tukey para comparações das cinco espécies mais abundantes.14
- Tabela 6.** Espécies discriminantes das áreas com presença e ausência de abrigos artificiais, de acordo com a análise de Similaridade de Percentagem - SIMPER. Espécies que mais contribuíram para similaridade média dentro do grupo, indicadas em negrito.....15
- Tabela 7.** Abundância numérica e frequência de ocorrência (%) ao longo do ciclo dia/noite para as espécies de peixes no Reservatório de Lajes. Espécies codificadas conforme Tabela 2.....17
- Tabela 8.** Abundancia numérica (N) e frequência de ocorrência (FO) para as espécies de peixes na área com abrigos do Reservatório de Lajes, nos diferentes turnos. Valores acima de 30% indicados em vermelho. Espécies codificadas conforme Tabela 2..... 18
- Tabela 9.** Abundancia numérica (N) e frequência de ocorrência (FO) para as espécies de peixes na área sem abrigos do Reservatório de Lajes, nos diferentes turnos. Valores acima de 30% indicados em vermelho. Espécies codificadas conforme Tabela 2.....19
- Tabela 10.** Valores de R-estatístico e níveis de significância ($p < 0.01$) da ANOSIM para comparações entre as assembléia de peixes para as áreas com abrigos e sem abrigos, nos diferentes turnos, Valores altamente significativos indicados em vermelho. Códigos dos turnos: 1- anoitecer ; 2- noite; 3- amanhecer; 4- dia.....20
- Tabela 11.** Espécies discriminantes dos turnos nas áreas com presença e ausência de abrigos artificiais, de acordo com a análise de Similaridade de Percentagem - SIMPER. Espécies que mais contribuíram para similaridade média dentro do grupo (>25% similaridade), indicadas em vermelho.....21

Tabela 12. Análises das coordenadas principais canônicas dos turnos nas áreas com abrigos e sem abrigos. Baixa % correta em vermelho.....	22
Tabela 13. Comparações dos descritores de comunidade entre os períodos do ciclo diurno para as áreas com abrigos e sem abrigos do Reservatório de Lajes, de acordo com ANOVA monofatorial e teste Tukey para comparações destas variáveis Período do dia: 1, anoitecer, 2, dia, 3, amanhecer, 4, dia.....	24
Tabela 14. Comparações da abundancia das espécies entre os períodos do dia nas áreas abrigadas e não abrigadas do Reservatório de Lajes. Período do dia: 1, anoitecer, 2, dia, 3, amanhecer, 4, dia;.....	25
Tabela 15. Comparações da estrutura da comunidade entre as estações do ano de acordo com ANOSIM, nas áreas com abrigos e sem abrigos do Reservatório de Lajes.....	26
Tabela 16. Espécies discriminantes das estações, em ambas as áreas, de acordo com a análise de Similaridade de Percentagem - SIMPER. Espécies que mais contribuíram para similaridade média dentro do grupo (> 25% da similaridade), indicadas em negrito. Código das espécies conforme Tabela 2.....	26
Tabela 17. Comparações da estrutura da comunidade com as variações de pluviosidade de acordo com ANOSIM no Reservatório de Lajes. Níveis de pluviosidade: 1 < 20mm, 2 - 20-80mm, 3 – 80-140mm, 4 ->140mm;	27
Tabela 18. Diferenças significativas na abundancia das cinco espécies selecionadas entre faixas das variáveis abióticas na área com abrigos do Reservatório de Lajes, de acordo com ANOVA mono-fatorial e teste de Tukey. Pluviosidade: acordo com matéria e métodos.; Temperatura: 1) <22°C; 2)22,1-26 °C; 3) >26 °C; pH:1)<6; 2) 6-6,9; 3)>7; Oxigênio dissolvido: 1) < 70% saturação; 2) 70-80%; 3)80,1-85%; 4)85,1-95%; 5) >95%;.....	31
Tabela 19. Diferenças significativas na abundancia das cinco espécies selecionadas entre faixas das variáveis abióticas na área com abrigos do Reservatório de Lajes, de acordo com ANOVA mono-fatorial e teste de Tukey. Pluviosidade:1 < 20mm, 2 - 20-80mm, 3 – 80-140mm, 4 ->140mm.; Temperatura: 1- <22 °C; 2)22,1-26 °C; 3) >26 °C; pH:1)<6; 2) 6- 6,9; 3) >7; Oxigênio dissolvido: 1) <70% saturação; 2) 70-80%; 3)80,1-85%;4)85,1-95%;5)>95%;.....	31
Tabela 20. Resultados da PERMANOVA testando as diferenças na estrutura da assembléia de peixes em respostas as variáveis abióticas da água e os fatores fixos, como: turno, pluviosidade e cota.....	32
Tabela 21. Resultado da PERMANOVA das espécies indicadoras na parte abrigada, baseada na distância Euclidiana, em respostas as variáveis abióticas da água e os fatores fixos,como: turno, pluviosidade e cota.....	33
Tabela 22. Resultado da PERMANOVA das espécies indicadoras na parte não abrigada, baseada na Distância Euclidiana, em respostas as variáveis abióticas da água e os fatores fixos, como: turno, pluviosidade e cota.....	34

Índices de Figuras

- Figura 1.** Mapa da área de estudo com indicação dos locais de amostragens: a – área sem abrigos artificiais e b- área com abrigos artificiais.....4
- Figuras 2.** A. Diagrama esquemático do abrigos artificiais flutuantes e de profundidade. B. Abrigo artificial flutuante. Fonte: (SANTOS, 2003).....5
- Figura 3.** A- abrigos artificiais de fundo; B- abrigos artificiais de meia água; C- Equipe de campo se preparando para instalar os abrigos. FONTE: Laboratório de Ecologia de Peixes.....6
- Figura 4** Diagrama de ordenação não métrica (nMDS) para amostras das assembleias de peixes nas áreas com abrigos (1) e sem a presença de abrigos (2).....13
- Figura 5.** Diagrama de ordenação dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais sobre a abundância de espécies nas duas áreas (com abrigos:1 e sem abrigos: 2)13
- Figura 6.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise das coordenadas principais canônicas (CAP), com as amostras codificadas pelo período do dia, nas áreas com abrigos artificiais (A) e sem abrigos artificiais (B) do Reservatório de Lajes. Códigos: 1- anoitecer ; 2- noite; 3- amanhecer; 4- dia.....23
- Figura 7.** Médias mensais de cota (nível da água, em metros) e pluviosidade (mm) na área do Reservatório de Lajes, entre 2003 e 2013. Fonte: Light Serviços de Eletricidade S.A. ([www..light.com.br/grupo-light/.../light-energia.aspx](http://www.light.com.br/grupo-light/.../light-energia.aspx)).....27
- Figura 8.** Diagrama da análise dbRDA das espécies condicionadas as variáveis ambientais na área com abrigos artificiais, com as amostras codificadas por período do dia, estação do ano, nível da água (cota) e pluviosidade. Turno: 1- anoitecer, 2- noite, 3- amanhecer, 4-dia; Estação do ano: 1- primavera, 2'- verão , 3 –outono, inverno; Cota: 1- <410m a.s.l., 2- 410-411m, 3- 411-412m, 4->412m; Pluviosidade: 1 < 20mm, 2 - 20-80mm, 3 – 80-140mm, 4 ->140mm.29
- Figura 9.** Diagrama da análise dbRDA das espécies condicionadas as variáveis ambientais na área sem abrigos artificiais, com as amostras codificadas por período do dia, estação do ano, nível da água (cota) e pluviosidade. Turno: 1- anoitecer, 2- noite, 3- amanhecer, 4-dia; Estação do ano 1- primavera, 2'- verão , 3 –outono, inverno; Cota: 1- <410m , 2- 410m-411m, 3- 411m- 412m, 4 – Cota>412m; Pluviosidade:1 < 20mm, 2 - 20-80mm, 3 – 80-140mm, 4 ->140mm.;30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos Específicos.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
2.1. Área de estudo.....	4
2.2. Estruturas artificiais.....	5
2.3. Amostras.....	7
2.4. Análise dos dados.....	7
3. RESULTADOS	9
3.1. Composição da ictiofauna.....	9
3.2. Influência das estruturas artificiais.....	11
3.3. Influência do ciclo nictimeral.....	15
3.3.1. Todas as amostras.....	15
3.3.2. Ambientes com abrigos <i>versus</i> ambientes sem abrigo.....	16
3.4. Comparações sazonais.....	25
3.5. Influências das variáveis ambientais na ictiofauna.....	28
4. DISCUSSÃO	35
5. CONCLUSÕES.....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1. Introdução

A construção de barragens ao longo dos rios constitui uma das principais alterações antrópicas nestes sistemas, principalmente devido à fragmentação do habitat com efeitos diretos na biodiversidade e na biologia das espécies. No Brasil, este tipo de intervenção tem sido cada vez mais comum visando à produção de energia elétrica, o acúmulo e suprimento de águas para abastecimento doméstico, industrial e agrícola. Mudanças hidrológicas e ecológicas associadas aos represamentos têm contribuído substancialmente para a alteração na estrutura das comunidades (GILLETTE *et al.*, 2005). Após a construção de hidrelétricas, a diversidade de espécies diminui comparada à dos rios não regulados (MÉRONA *et al.*, 2005). Essa diminuição ocorre principalmente porque há uma perda de habitats naturais, diminuindo a disponibilidade de habitats para a biota, com conseqüente perda de biodiversidade (ALLAN, 2004). Portanto, as comunidades de organismos aquáticos tendem a ser simplificadas devido a redução de habitats físicos (BUSCH & LARY, 1996).

Estudos como KNAEPKENS *et al.* (2004) e SANTOS *et al.*, (2008) demonstraram que estruturas artificiais podem ser usadas como medida de recuperação de comunidades alteradas e contribuir para a manutenção e até de recuperação de espécies que tenham suas populações em declínio. A instalação de estruturas de cobertura e refúgios artificiais aumentam as chances dos peixes jovens se estabelecerem, especialmente pela proteção contra predadores (SANTOS *et al.*, 2011).

O reservatório de Lajes tendo sido reportado como de boa qualidade ambiental, especialmente no que concerne à qualidade da água, tendo no entorno margens protegidas por fragmentos florestais, porém a baixa estruturação física deste reservatório faz com que a ictiofauna seja reduzida e susceptível às operações da barragem (ARAÚJO & SANTOS, 2001; DUARTE, 2002; SANTOS, 2002.). Esta baixa estruturação física, resultante da baixa disponibilidade de habitats, somados a crescentes pressões antrópicas, como a pesca esportiva, tem contribuído ainda mais para a depleção das populações de peixes nos últimos anos. Além disto, o reservatório tem características bem particulares, como a baixa afluência/defluência, ausência de grandes contribuintes, constituindo um reservatório “tipo-lago” faz com que suas características difiram da maioria dos reservatórios, que segundo THORNTON *et al.* (1990) apresentam uma marcada heterogeneidade espacial com três zonas bem caracterizadas:

zona lótica, zona de transição e zona lacustre, que constituem um gradiente longitudinal bem marcado para as variáveis físicas, químicas e bióticas. Portanto, o reservatório de Lajes, assemelha-se à configuração de um grande lago, por receber aporte de pequenos tributários, destacando-se o desvio do reservatório de Tocos, que é uma barragem do Rio Piráí ainda em suas cabeceiras. De acordo com RIBEIRO FILHO (2006) as características estruturais físicas e bióticas de reservatórios são fortemente divergentes das propriedades gerais dos ecossistemas lacustres naturais, que são fenômenos muito mais antigos e têm suas histórias medidas na escala do tempo geológico. Os reservatórios, no entanto, foram recentemente construídos pelo homem, e apresentam a ictiofauna ainda sujeita a adaptações e ajustes devido a grande variação recente do ambiente lótico para o ambiente lêntico (TUNDISI & STRASKRABA, 1999; HENRY, 1999).

CAETANO (2004), estudando o reservatório de Lajes, reportou que neste ambiente, relativamente isolado, a variação temporal de curto prazo (ciclo dia/noite) é um fator de grande relevância como estratégia para coexistência dos peixes. Segundo a referida autora, as mudanças nictimerais permitem a coexistência das espécies, pois evitam a competição por interferência. Vários autores (WINEMILLER 1989; WOLTER & FREYHOF, 2004; OKUN *et al.*, 2005) afirmaram que os peixes para coexistirem, apresentam variação diária no uso do habitat, apresentando mudanças na biomassa, riqueza e abundância. SACCOL PEREIRA *et al.* (2010) reportou que a variação sazonal e diurna estão relacionadas com a temperatura e têm impacto importante na distribuição da assembleia de peixes.

A pluviosidade e o nível da água de reservatórios são variáveis proximamente relacionadas, que podem também desempenhar importante papel na estruturação da comunidade de peixes. CAETANO (2004) não encontrou relações significativas destas duas variáveis com a ocorrência dos peixes no reservatório de Lajes. Por outro lado, HENRY *et al.* (2006) e CASANOVA *et al.* (2009) afirmam que as flutuações do nível da água, influenciam diretamente a morfologia dos ecossistemas lênticos, e por consequência, a comunidade de peixes. CASTRO *et al.* (2003), por exemplo, relatou que a pluviosidade e o nível da água, tem efeitos diretos na estruturação e comportamento da ictiofauna, propiciando a expansão de micro-habitats, e influenciando a disponibilidade de alimento. No reservatório de Lajes, pode ocorrer uma ampla variação do nível da água, que oscila entre 407 e 416 m acima do nível do mar, dependendo principalmente do período do ano, da pluviosidade e da demanda da

usina hidrelétrica. Portanto, a pluviosidade e a cota podem ter papéis importantes na estruturação da comunidade de peixes, pois suas mudanças podem aumentar e/ou diminuir a disponibilidade de habitats no reservatório, com efeitos diretos na comunidade de peixes.

Nesse contexto, o presente estudo tem o objetivo de avaliar variações na estrutura da comunidade de peixes do reservatório de Lajes em uma área provida com abrigos artificiais e compará-la com outra área sem a presença de abrigos. A hipótese testada é de que a ictiofauna difere entre as duas áreas, apresentando maior abundância e riqueza na área com a presença de abrigos. Também hipotetizou-se que a estrutura da comunidade muda ao longo do ciclo nictimeral, neste reservatório relativamente fechado. Para isto foram formuladas as seguintes perguntas: (1) As estruturas artificiais têm efeitos positivos para comunidade de peixes do reservatório de Lajes, aumentando a riqueza e a abundância? (2) A variação nictimeral altera a estrutura da comunidade de peixes e a variação é diferente entre a área com a presença de abrigos e sem a presença de abrigos? (3) As condicionantes ambientais de: nível da água (cota) e a pluviosidade influenciam na estrutura da comunidade de peixes? (4) As variáveis físico-químicas de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade influenciam a ocorrência das espécies?

1.1. Objetivos Específicos

- Relacionar a comunidade de peixes com as variáveis físico-químicas da água.
- Verificar se a variação do nível da água (cota) e pluviosidade são fatores determinantes da estrutura da comunidade.
- Verificar se a estrutura da comunidade de peixes numa área com abrigos artificiais difere da comunidade em uma área sem a presença destas estruturas.
- Testar se a comunidade de peixes varia ao longo do ciclo nictimeral nas duas áreas.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O reservatório de Lajes (Fig. 1) tem cerca de 100 anos de construção e destaca-se como o maior represamento do Estado do Rio de Janeiro, localizando-se nas vertentes da Serra do Mar, entre os municípios de Piraí e Rio Claro. O lago artificial foi formado entre os anos de 1905 e 1908 e ocupa cerca de 30 km² de superfície ao nível de 415m acima do nível do mar, tendo como principal finalidade a geração de energia elétrica pela LIGHT Serviços de Eletricidade S.A. Além disso, o elevado nível de conservação ambiental do reservatório e sua área de entorno protegida por vários fragmentos florestais permitiu a manutenção de um excelente padrão de qualidade de águas que abastecem parte da população do Estado após o simples tratamento de cloração.

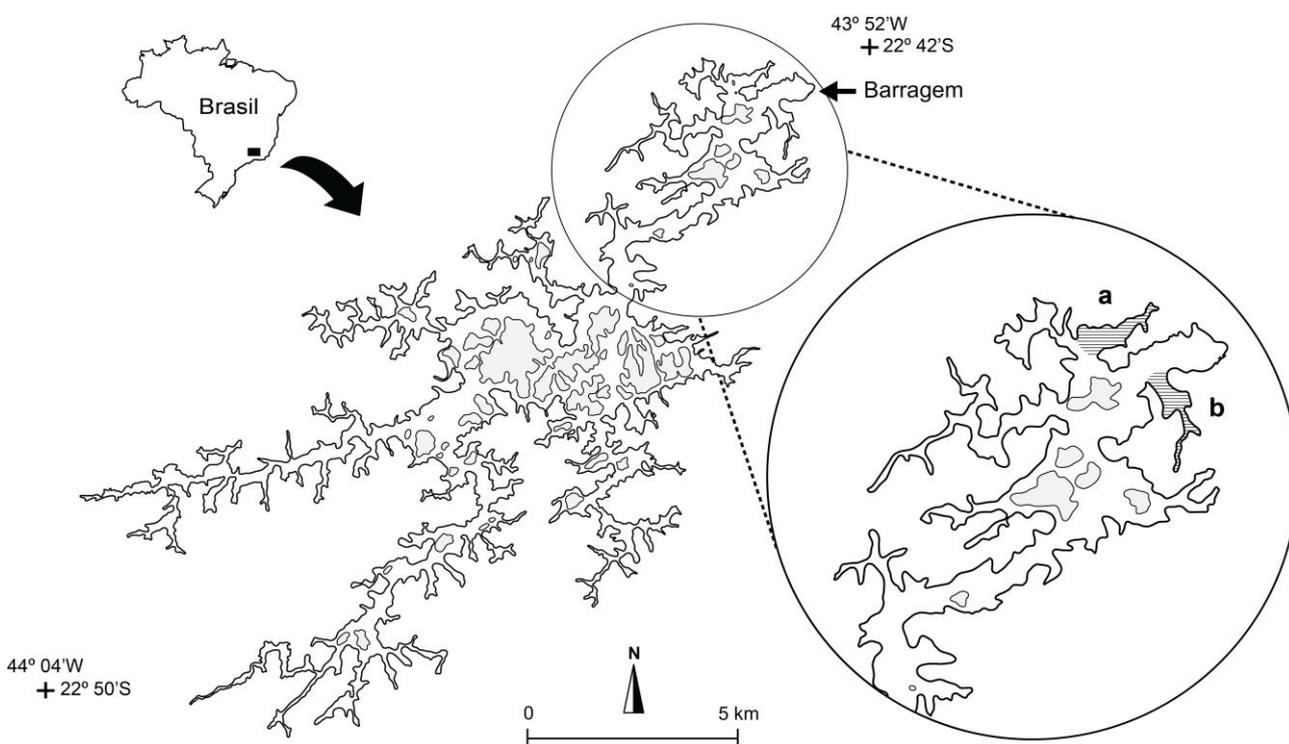
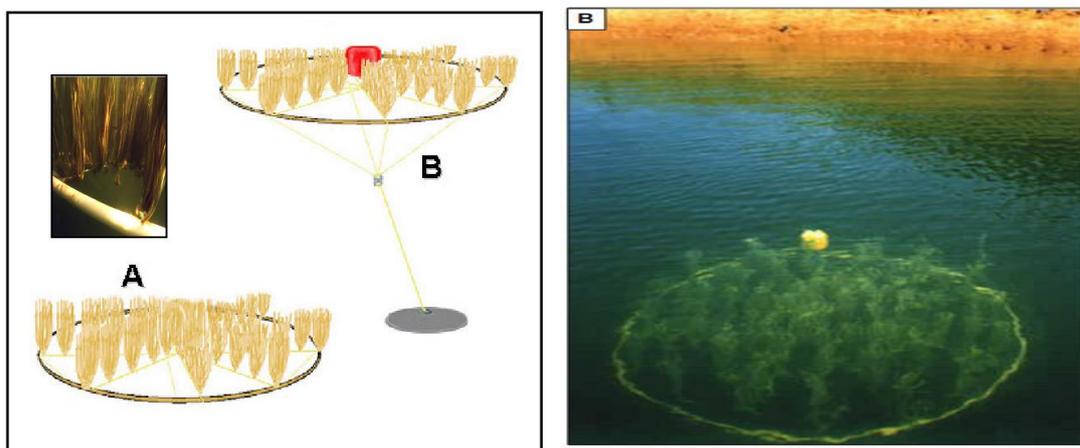


Figura 1. Mapa da área de estudo com indicação dos locais de amostragens: a – área sem abrigos artificiais e b- área com abrigos artificiais.

2.2. Estruturas artificiais

As estruturas artificiais foram descritas e implantadas inicialmente por SANTOS (2002) e depois continuadas por iniciativa da LIGHT através de Convênios com a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Estas estruturas (Figs; 2 e 3) consistem basicamente de tubos de PVC, cabos de nylon e vegetação artificial constituída por filamentos plásticos (fítilhos de polipropileno). Cada unidade artificial foi construída a partir de um tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ polegada, unido em suas extremidades, formando um anel de sustentação de 1,8 m de diâmetro e $2,5 \text{ m}^2$ de área. Nesta estrutura circular foram amarrados cabos de nylon em disposição radial, com o objetivo de aumentar a resistência física do conjunto e disponibilizar superfícies para amarração da vegetação artificial. Filamentos marrons e/ou verdes de polipropileno, com flutuabilidade positiva e dimensões médias em torno de 40,0 cm de comprimento por 1,0 cm de largura, foram agrupados na forma de tufo (20 filamentos = 1 tufo), os quais foram amarrados de maneira uniforme aos cabos de nylon, a fim de se obter um aspecto semelhante à vegetação natural de gramíneas, periodicamente alagadas no reservatório (SANTOS, 2002).



Figuras 2. A. Diagrama esquemático do abrigo artificial flutuante e de profundidade. B. Abrigo artificial flutuante. Fonte: (SANTOS, 2002).



Figura 3. A - abrigos artificiais de fundo; B- abrigos artificiais flutuantes; C- Equipe de campo se preparando para instalar os abrigos. FONTE: Laboratório de Ecologia de Peixes.

2.3. Amostragens

Entre Setembro de 2005 e Agosto de 2006 foram feitas coletas mensais, sendo selecionados dois locais de amostragem no reservatório, próximos da barragem, um localizado numa área onde foram instaladas estruturas artificiais, e outra área, similar a primeira, porém sem essas estruturas. Redes de espera foram colocadas no início da tarde de um dia e recolhidas 24 horas. Neste ínterim, estas redes foram inspecionadas em quatro períodos do dia. Em cada área foram estabelecidos dois pontos amostrais, e em cada ponto foi colocado um conjunto de seis redes de espera, com comprimento e altura padronizados (30 m de comprimento × por 2,5 m de altura), com malhas variando de 1,5 a 7,0 mm de distância entre nós adjacentes. A diferenciação nas malhas das redes visou amostrar a ictiofauna de maneira mais compreensiva, capturando peixes de diferentes tamanhos e espécies. As duas localidades (pontos amostrais) dentro de cada área foram amostradas com um total de 450 m² de rede / amostra. Esses pontos amostrais foram revisados nos seguintes horários: (1) anoitecer, em torno de 17-19hs; (2) noite, entre 23-01h; (3) amanhecer, entre 5-7hs; e (4): dia, entre 11-13hs. As variáveis físico-químicas de temperatura da água, condutividade, pH e oxigênio dissolvido foram tomadas em cada uma das ocasiões de revisão das redes para coleta dos peixes. Foi utilizado o multisensores digital Horiba (W-21) para a obtenção destas variáveis físico-químicas. Informações do nível da água do reservatório (m) e pluviosidade (mm) foram fornecidos pela Light Serviços de Eletricidade S.A.

Os espécimes capturados foram fixados com formalina a 10%, e após 48 horas foram transferidos para álcool 70%, com material testemunho sendo depositado na coleção de referência do Laboratório de Ecologia de Peixes da UFRRJ.

2.4. Análise de dados

Todos os dados brutos, bióticos e abióticos, sofreram a transformação raiz quarta antes das análises. Esta transformação visou minimizar os efeitos das espécies mais abundantes, diminuir o efeito das diferenças de diferentes unidades de medida, e tentar atender os requisitos de análises paramétricas. A abundância relativa foi expressa em

termos de número e de peso total de peixes capturado por 450m² de rede/12 horas, e a frequência de ocorrência (FO%) como o número de ocorrência de uma dada espécie em relação ao total de amostragens realizadas. Esse procedimento permitiu comparações quantitativas do número total de peixes e biomassa, bem como do número de espécies, e de cada espécie (número, peso e FO%) individualmente. Também foram calculados os descritores da comunidade de riqueza de Margalef - D, e o índice de Diversidade de Shannon (H'), este último descrito por PIELOU (1966).

A comparação da estrutura das assembleias de peixes entre as diferentes áreas (com a presença de abrigos e sem a presença de abrigos), bem como entre os diferentes turnos (anoitecer, noite, amanhecer, dia) foi realizada utilizando a Análise de Similaridade (ANOSIM) sobre a abundância numérica de todas as espécies. Também foi utilizado o diagrama de ordenação não-métrica nMDS e a Análise de Coordenadas Principais (PCO) para determinação de eventuais padrões entre as amostras. O valor do estresse foi utilizado como medida da representatividade dos agrupamentos; valores menores que 0,20 foram considerados aceitáveis (CLARKE; WARWICK, 1994). Tanto ANOSIM quanto nMDS foram realizadas a partir da matriz de similaridade de Bray-Curtis. Finalmente, foi utilizada a rotina Percentagem de Similaridade (SIMPER) para determinar as principais espécies responsáveis pelas similaridades dentro de cada grupo (espécies típicas ou características do grupo). Todas estas análises foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico PRIMER 6.0+ Permanova.

Com o objetivo de verificar os padrões de distribuição das amostras nos diferentes turnos, utilizou-se também a Análise de Coordenadas Principais (CAP; ANDERSON & WILLIS, 2003), e verificar se existem diferenças na assembleia de peixes nos turnos (anoitecer, noite, amanhecer, dia) nas duas áreas, através do diagrama dos dois primeiros eixos.

Para verificar a relação entre as espécies e as variáveis ambientais foi feita a análise de redundância baseada em distâncias (dbRDA). A dbRDA permite testar a significância dos termos que interagem num dado modelo (LEGENDRE & ANDERSON, 1999). Desta forma, é possibilitada a análise comparativa de duas matrizes de dados de natureza distinta, envolvendo os dados ecológicos e ambientais (TEIXEIRA, 2013). Também foram feitas análises utilizando ANOVA mono-fatorial, com aplicação do teste a posteriori de Tukey HSD para testar diferenças significativas nos descritores da ictiofauna ($p < 0,05$) entre os fatores áreas e turnos (ZAR, 1996).

A análise permutacional de variância PERMANOVA foi utilizada para comparação da estrutura da comunidade e dos descritores da comunidade entre os fatores fixos de: (1) área: com abrigos=1, e sem abrigos=2; (2) estação do ano: 1-primavera, 2-verão, 3-outono, 4-inverno; (3) turnos: 1-anoitecer; 2-noite; 3- amanhecer; 4-dia; (4) Pluviosidade: 1- <40mm; 2- 40-80mm; 3- 80-120mm; 4- > 120mm; e (5) Cota:1- < 410m ;2- 410-411m; 3- 411-412 m; e 4- > 412m).

Nas análises de PERMANOVA com medidas univariadas (cada um dos descritores e as espécies indicadoras) foram utilizadas matrizes de distância Euclidiana. (ANDERSON *et al.*, 2008). Nas comparações dos modelos de interações criados entre: variações fixas (turnos, pluviosidades e cota) com os parâmetros físico-químicos da água (temperatura, transparência, pH, oxigênio dissolvido e condutividade), quando um fator do modelo (principal efeito ou interações) não foi significativo (o valor de *p* foi maior que 0,25) e a proporção da variabilidade explicada (ECV, *explained component of variance*) pelo fator foi menor que 5%, o fator foi removido o fator da análise e foi feita uma re-análise com a exclusão dos fatores não significativos, conforme proposto por ENGOVIST (2005) e NEVES (2013). Também foram feitas análises de variância monofatorial – ANOVA para comparar categorias de variáveis ambientais de pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade, conforme as distribuições dos respectivos valores.

3. Resultados

3.1. Composição da ictiofauna

Foram capturados um total de 1934 indivíduos, com uma biomassa de 226.1kg, compreendendo 17 espécies (4 não nativas), 8 famílias e 3 ordens (Tabela 1). A Ordem dos Characiformes foi a mais representativa com oito espécies, seguida por Siluriformes com 5 espécies, e os Perciformes com 4 espécies. Duas famílias tiveram maior representatividade de espécies, Characidae e Cichlidae com quatro representantes cada uma.

Tabela 1: Lista de espécies coletadas no reservatório de Ribeirão da Lajes. * Espécies não nativas.

Ordem	Família	Espécie
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax cf. bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Astyanax paraguayae</i> (Eigenmann, 1908)
		<i>Brycon insignis</i> Steindachner, 1876
		<i>Oligosarcus hepsetus</i> (Cuvier, 1829)
		<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)
		<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)*
Siluriformes	Serrasalminidae	<i>Piaractus brachipomus</i> (Cuvier, 1818)*
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)
	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus striatulus</i> Steindachner, 1877
	Loricariidae	<i>Hypostomus auroguttatus</i> Kner, 1854
		<i>Loricariichthys castaneus</i> (Castelnau, 1855)
	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)
Perciformes	Cichlidae	<i>Pimelodella sp</i>
		<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira, 2006*
		<i>Crenicichla lacustris</i> (Castelnau, 1855)
		<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)
		<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1896)*

As espécies mais abundantes foram, em ordem decrescente (Tabela 2): *Metynnis maculatus*, *Astyanax paraguayae*, *Loricariichthys castaneus*, *Astyanax cf. bimaculatus*, *Cichla kelberi* e *Geophagus brasiliensis*. Essas espécies somaram mais de 80% dos indivíduos capturados. A espécie mais abundante, a não nativa *M. maculatus*, correspondeu a mais de 25% da abundância relativa. Considerando a biomassa, apenas três espécies contribuíram com mais de 10% do total do peso: *L. castaneus* (22.24%), *M. maculatus* (19.44%) e *G. brasiliensis* (11.42%). As espécies não nativas somadas corresponderam a 39.71% das amostragens. Nenhuma espécie apresentou frequência acima de 50%, sendo as maiores frequências registradas para *M. maculatus*, *C. kelberi*, *A. paraguayae*, *L. castaneus* e *G. brasiliensis*, as quais foram registradas com valores entre 30 e 50% das ocorrências nas amostras. Apenas *P. brachipomus* apresentou frequência menor que 1%.

Tabela 2. Número total de indivíduos (N), biomassa (B em gramas) e frequência de ocorrência (FO) de peixes coletados em ambas as áreas (com abrigos e sem abrigos).

Espécie	código	N	%N	B	%B	FO
<i>Metynnis maculatus</i>	Mma	516	26.7	43951	19,4	41,7
<i>Astyanax paraguayae</i>	Apa	315	16.3	8732	3,9	33,9
<i>Loricariichthys castaneus</i>	Lca	273	14.1	50285	22,2	33,3
<i>Astyanax cf. bimaculatus</i>	Abi	211	10.9	5256	2,3	18,8
<i>Cichla kelberi</i>	Cke	159	8.2	14039	6,2	37,5
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Gbr	102	5.3	25810	11,4	33,3
<i>Tilapia rendalli</i>	Ter	92	4.8	20906	9,3	25,5
<i>Tracheolypterus Striatulus</i>	Tst	68	3.5	4434	2,0	15,6
<i>Pimelodella sp</i>	Psp	53	2.7	1398	0,6	13,5
<i>Crenicichla lacustris</i>	Cla	35	1.8	1907	0,8	12,5
<i>Hypostomus auroguttatus</i>	Hau	33	1.7	7264	3,2	12,5
<i>Rhamdia quelen</i>	Rqu	27	1.4	7099	3,1	6,8
<i>Brycon insignis</i>	Bin	20	1.0	11041	4,9	5,2
<i>Hoplias malabaricus</i>	Hma	17	0.9	16099	7,1	7,3
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	Ohe	10	0.5	1245	0,6	4,7
<i>Prochilodus lineatus</i>	Pli	2	0.1	5955	2,6	1,0
<i>Piaractus brachypomus</i>	Pbr	1	0.1	665	0,3	0,5

3.2. Influências das estruturas artificiais

O número total de peixes na área com abrigos (1230) foi maior do que na área sem abrigos (704) (Tabela 3). Na área com a presença de abrigos, as espécies com maiores abundâncias relativas (%) foram: *M. maculatus* (32.85%), *A. paraguayae* (16.42%), *A.cf. bimaculatus* (12.76%) e *L. castaneus* (12.28%). Já na área sem a presença de abrigos as espécies mais abundantes foram *L. castaneus* (17.33%), *A. paraguayae* (16,05%), *M. maculatus* (15.91%) e *C. kelberi* (10.37%). As demais espécies tiveram abundâncias relativas inferiores a 10% do número total de peixes. Em relação à biomassa, *M. maculatus* (25.77%), *L. castaneus* (18.53%), *T. rendalli* (11.65%) e *G. brasiliensis* (10.83%) foram as espécies com os maiores contribuição em peso na área com abrigos. Na área sem a presença de abrigos, *L. castaneus* (27.31%), *G. brasiliensis* (12.22%), *T. rendalli* (10.78%) e *C. kelberi* (9.59%) foram as que apresentaram maiores contribuições em peso.

Tabela 3. Abundância numérica (N), Biomassa (B, em gramas) e Frequência de Ocorrência (FO) de peixes nas áreas com abrigos e sem abrigos do Reservatório de Lajes.

	Área Com Abrigos					Área Sem Abrigos				
	N	% N	P	% P	FO	N	% N	P	%P	FO
Mma	404	32,9	33657,3	25,8	47,9	112	15,91	10294	10,9	35,4
Apa	202	16,4	5476,1	4,2	41,7	113	16,05	3256,1	3,4	26,0
Abi	157	12,8	3811,4	2,9	24,0	54	7,67	1444,3	1,5	13,5
Lca	151	12,3	24201,6	18,5	30,2	122	17,33	26083,1	27,3	36,5
Cke	86	7,0	4876,2	3,7	34,4	73	10,37	9162,5	9,6	40,6
Tre	69	5,6	15212,5	11,7	35,4	23	3,27	5693,6	6,0	15,6
Gbr	46	3,7	14138,4	10,8	34,4	56	7,95	11671,2	12,2	32,3
Psp	25	2,0	564,7	0,4	12,5	28	3,98	833	0,9	14,6
Tst	23	1,9	1529,2	1,2	9,4	45	6,39	2904,8	3,1	21,9
Cla	19	1,54	1011,4	0,8	11,5	16	2,27	895,4	0,9	13,5
Rqu	15	1,22	4189,3	3,2	6,5	12	1,70	2910	3,1	7,3
Hau	12	0,98	2651,1	2,0	11,5	21	2,98	4613,4	4,8	13,5
Hma	12	0,98	10342,1	7,9	9,4	5	0,71	5757,2	6,0	5,2
Ohe	3	0,24	353,1	0,3	3,1	7	0,99	892,1	0,9	6,3
Bin	3	0,24	1954,3	1,5	3,1	17	2,41	9086,8	9,5	7,3
Pli	2	0,16	5955,0	4,6	2,1	0	0,0	0,0	0,0	0
Pbr	1	0,08	665,0	0,5	1,0	0	0,0	0,0	0,0	0
Total	1230		130588,6			704			95497,5	

Não foi registrada diferença na estrutura da comunidade de peixes entre as áreas com e sem a presença de abrigos, de acordo com a Análise de Similaridade ANOSIM ($R = 0,025$; $p = 0,4$). Também o diagrama de ordenação MDS não mostrou separação no padrão de distribuição das amostras de acordo com o nível de estruturação (Fig. 4).

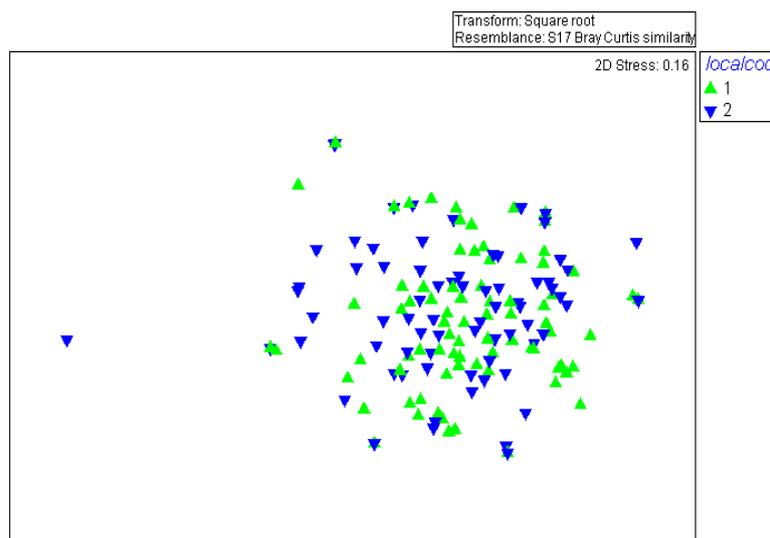


Figura 4. Diagrama de ordenação não métrica (nMDS) para amostras das assembleias de peixes nas áreas com abrigos (1) e sem a presença de abrigos (2)..

A análise de coordenadas principais também não apresentou um padrão diferenciado nas amostras das espécies de acordo com o nível de estruturação, com os dois primeiros eixos explicando apenas 38.2% da variação (Figura 5).

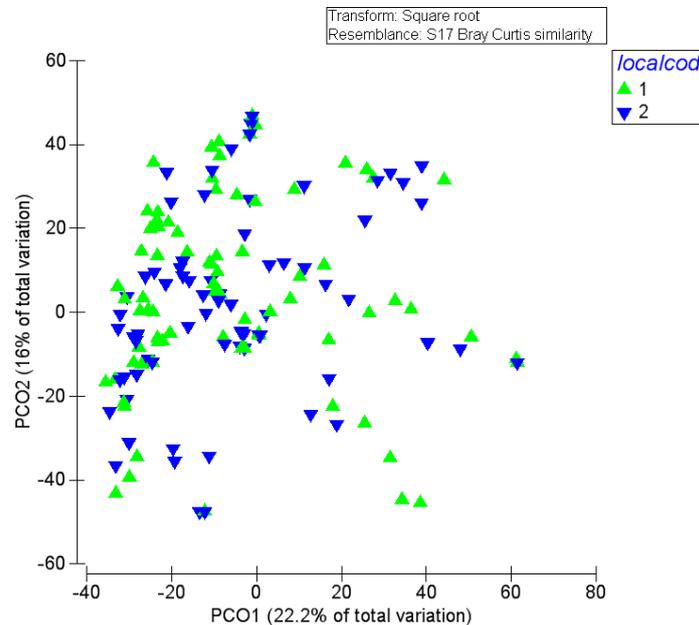


Figura 5. Diagrama de ordenação dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais (PCO) sobre a abundância de espécies nas duas áreas (Com abrigos:1 e Sem abrigos: 2).

Dos descritores da comunidade analisados (número de espécies, número de indivíduos, Riqueza de Margalef – D e índice de diversidade de Shannon - H'), apenas o número de indivíduos apresentou diferenças significativas entre a área com abrigos e sem abrigos, com maiores valores para a primeira (Tabela 4). Das cinco espécies mais abundantes, *A. parahybae*, *A. cf bimaculatus* e *M. maculatus* apesar de serem mais abundantes na área com abrigos, não diferiram significativamente entre as áreas; apenas *M. maculatus* foi significativamente mais abundante na área com abrigos (teste Tukey, Tabela 5).

Tabela 4. Comparação dos descritores da comunidade entre as áreas com abrigos e sem abrigos de acordo com a Análise de Variância monofatorial (ANOVA) e comparações através do teste Tukey. S, número de espécies; N, número de indivíduos; D, riqueza de Margalef; H', diversidade de Shannon.

Descritores	Quadrado Médio	F	P	Comparações com teste Tukey
S	3,797	0,707	0,402	
N	1,419	5,775	0,017	Com Abrigos > Sem abrigos
D	0,028	0,060	0,807	-
H'	0,034	0,084	0,702	-

Tabela 5. ANOVA (mono-fatorial) com valores de MS, F, P e Teste Tukey para comparações das cinco espécies mais abundantes.

Espécies	MS	F	P	Tukey
<i>Metynnis maculatus</i>	444,1	6,44	0,012	Com abrigos > sem abrigos
<i>Astyanax paraguayae</i>	41,26	2,23	0,137	-
<i>Loricariichthys castaneus</i>	4,380	0,31	0,579	-
<i>Astyanax cf. bimaculatus</i>	55,26	2,17	0,142	-
<i>Cichla kelberi</i>	0,880	0,21	0,650	-

Metynnis maculatus foi a espécie mais representativa da área com abrigos e *C. kelberi* da área sem a presença de abrigos, de acordo com a análise de SIMPER (Tabela 6). *Astyanax paraguayae*, *G. brasiliensis* e *T. rendalli* apresentaram contribuição relativa acima de 10% para a similaridade na área com abrigos. Na área sem abrigos, *G. brasiliensis*, *M. maculatus* e *L. castaneus* apresentaram contribuições acima de 10% da similaridade média dentro do grupo. *Tilapia rendalli* foi representativa apenas da área com abrigos, enquanto *T. striatulus* da área sem a presença de abrigos.

Tabela 6. Espécies discriminantes das áreas com presença e ausência de abrigos artificiais, de acordo com a análise de Similaridade de Percentagem - SIMPER. Espécies que mais contribuíram para similaridade média dentro do grupo, indicadas em negrito.

Similaridade média (%)	Com abrigos	Sem abrigos
	14.58%	14.02%
<i>Metynnis maculatus</i>	24.60	17.06
<i>Astyanax paraguayae</i>	20.09	8.33
<i>Geophagus brasiliensis</i>	19.42	18.56
<i>Tilapia rendalli</i>	11.16	-
<i>Cichla kelberi</i>	9.67	26.04
<i>Loricariichthys castaneus</i>	7.70	16.13
<i>Tracheolypterus striatulus</i>		4.76

3.3. Influências do ciclo nictimeral

3.3.1. Todas as amostras

Considerando o conjunto de informações das áreas com abrigos e sem abrigos (Tabela 7), observou-se um maior número de indivíduos no turno da noite (820 indivíduos) e um menor no turno do dia (145).

Todas as 17 espécies identificadas foram registradas no turno da noite, enquanto que durante o dia apenas 9 espécies foram registradas, enquanto no anoitecer e o amanhecer foram registradas 16 e 14 espécies, respectivamente.

A espécie com maior abundância relativa no anoitecer foi *M. maculatus*, seguido de *C. kelberi*, *L. castaneus*, *A. paraguayae* e *G. brasiliensis*. As demais contribuíram com menos de 5% do número total de peixes.

Durante a noite, a espécie com maior abundância relativa foi *A. paraguayae*, seguida de *A. cf. bimaculatus* e *M. maculatus*. As outras espécies contribuíram com menos de 6% do número total de peixes.

Durante o amanhecer, a espécie de maior abundância relativa foi *M. maculatus*, seguido de *L. castaneus*, *A. paraguayae*, *A. cf. bimaculatus* e *C. kelberi*, enquanto durante o dia, *L. castaneus*, *M. maculatus* e *G. brasiliensis* apresentaram, nesta ordem, as maiores contribuições numéricas.

As maiores frequências de ocorrência (>50%) foram registradas para *C. kelberi* durante o anoitecer e amanhecer, para *A. parahybae* e *L. castaneus* durante a noite, e para *G. brasiliensis* durante o dia.

3.3.2. Ambientes com abrigos versus ambientes sem abrigo

Analisando de forma independente a composição nos turnos, na parte com abrigos e sem abrigos, verificamos que: a abundância foi maior no turno da noite e menor no turno do dia em ambas as áreas.

Na parte com abrigos artificiais (Tabela 8), no turno anoitecer, a espécie com maior abundância relativa foi *M. maculatus*, mas que não representou a maior FO, que foi de *C. kelberi* (54,2%). No turno da noite cinco espécies tiveram FO acima de 50%, com destaque para *A. parahybae* que esteve presente em 75% das amostras. No turno amanhecer duas espécies tiveram destaque *A. parahybae* (50,3%) e *M. maculatus* com (50%) de FO. No turno do dia apenas *G. brasiliensis* teve FO maior que 50%, lembrando que este foi o turno com menor diversidade de espécies.

Na parte sem abrigos (Tabela 9), no turno anoitecer as espécies *L. castaneus*, *M. maculatus* e *C. kelberi* tiveram FO de 45,8%, sendo que a de maior abundância relativa foi *M. maculatus* (25%). Noite, também foi o turno com maior diversidade de espécies com destaque para *C. kelberi* e *T. striatulus*, ambas com 54,2% de FO. No turno amanhecer a única espécie com FO maior que 50% foi *C. kelberi*. *G. brasiliensis* foi novamente a espécie predominante no turno dia com 54,2% de FO.

Tabela 7. Abundância numérica (N) e frequência de ocorrência (%) ao longo do ciclo dia/noite para as espécies de peixes no Reservatório de Lajes. Espécies codificadas conforme Tabela 2.

Códigos das Espécies	Anoitecer			Noite			Amanhecer			DIA		
	N	%N	FO%	N	%N	FO%	N	%N	FO%	N	%N	FO
Gbr	31	6.4	37.5	12	1,5	16.7	21	4.3	25.0	38	26.2	54.2
Rqu	1	0.2	2.1	16	2,0	16.7	10	2.1	8.3	0	0.0	0.0
Hau	4	0.8	8.3	13	1.6	16.7	14	2.9	20.8	2	1.4	4.1
Lca	44	9.1	35.4	104	12.7	50.0	83	17.0	37.5	42	29.0	10.4
TST	2	0.4	4.2	49	6,0	39.6	17	3.5	18.8	0	0.0	0.0
Pli	1	0.2	2.1	1	0.1	2.1	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Clã	10	2.1	14.6	12	1.5	16.7	8	1.6	14.6	5	3.5	4.1
Abi	6	1.2	8.3	144	17.6	39.6	61	12.5	27.1	0	0.0	0.0
Apa	41	8.5	20.8	193	23.5	62.5	74	15.2	41.7	7	4.8	10.4
Psp	10	2.1	8.3	31	3.8	27.1	10	2.1	14.6	2	1.4	4.1
Mma	243	50.4	45.8	137	16.7	56.3	97	19.9	35.4	39	26.9	29.1
Ohe	1	0.2	2.1	9	1.1	16.7	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Bin	3	0.6	4.2	12	1.5	12.5	5	1.0	4.2	0	0.0	0.0
Pbr	0	0.0	0.0	1	0.1	2.1	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Ter	24	5.0	20.8	41	5.0	41.7	20	4.1	27.1	7	4.8	12.5
Hma	4	0.8	6.3	7	0.9	10.4	6	1.2	12.5	0	0.0	0.0
Cke	57	11.8	50.0	38	4.6	43.8	61	12.5	50.0	3	2.1	6.2
Total	482			820			487			145		

Tabela 8. Abundancia numérica (N) e frequência de ocorrência (FO) para as espécies de peixes na área com abrigos artificiais no Reservatório de Lajes, nos diferentes turnos. Valores acima de 30% indicados em vermelho. Espécies codificadas conforme Tabela 2.

Código das Espécies	Anoitecer			Noite			Amanhecer			Dia		
	N	N%	FO%	N	%N	FO%	N	%N	FO	N	%N	FO%
Gbr	15	5,0	41.7	4	0,8	12,5	12	3,6	29,2	15	15,3	54,2
Rqu	0	0,0	0,0	8	1,6	16,7	7	2,1	8,3	0	0,0	0,0
Hau	2	0,7	8,3	2	0,4	8,3	6	1,8	20,8	2	2,0	8,3
Lca	17	5,6	25,0	54	10,8	50,0	43	13,0	37,5	37	37,8	8,3
Tst	0	0,0	0,0	20	4,0	25,0	3	0,9	12,5	0	0,0	0,0
Pli	1	0,3	4,2	1	0,2	4,2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Clá	5	1,7	12,5	6	1,2	12,5	3	0,9	12,5	5	5,1	8,3
Abi	1	0,3	4,2	101	20,2	54,2	55	16,7	37,5	0	0,0	0,0
Apa	11	3,6	20,8	132	26,4	75,0	54	16,4	58,3	5	5,1	12,5
Psp	2	0,7	4,2	20	4,0	33,3	2	0,6	8,3	1	1,0	4,2
Mma	198	65,6	45,8	99	19,8	62,5	81	24,6	50,0	26	26,5	33,3
Ohe	0	0,0	0,0	3	0,6	12,5	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Bin	1	0,3	4,2	2	0,4	8,3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Pbr	0	0,0	0,0	1	0,2	4,2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Ter	19	6,3	25,0	27	5,4	54,2	17	5,2	41,7	6	6,1	20,8
Hma	4	1,3	12,5	5	1,0	12,5	3	0,9	12,5	0	0,0	0,0
Cke	26	8,6	54,2	15	3,0	33,3	44	13,3	45,8	1	1,0	4,2
Número Total	302			500			330			98		
Total de espécies	13			17			13			9		

Tabela 9. Abundância numérica (N) e frequência de ocorrência (FO) para as espécies de peixes na área sem abrigos do Reservatório de Lajes, nos diferentes turnos. Valores acima de 30% indicados em vermelho. Espécies codificadas conforme Tabela 2.

Código das espécies	Anoitecer			Noite			Amanhecer			Dia		
	N	AR	FO	N	AR	FO	N	AR	FO	N	AR	FO
Gbr	16	8.9	33.3	8	2.50	20.8	9	5.7	20.8	23	48.9	54.2
Rqu	1	0.6	4.2	8	2.50	16.7	3	1.9	8.3	0	0.0	0.0
Hau	2	1.1	8.3	11	3.44	25.0	8	5.1	20.8	0	0.0	0.0
Lca	27	15.0	45.8	50	15.63	50.0	40	25.5	37.5	5	10.6	12.5
TST	2	1.1	8.3	29	9.06	54.2	14	8.9	25.0	0	0.0	0.0
Pli	0	0.0	0.0	0	0.00	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Clã	5	2.8	16.7	6	1.88	20.8	5	3.2	16.7	0	0.0	0.0
Abi	5	2.8	12.5	43	13.44	25.0	6	3.8	16.7	0	0.0	0.0
Apa	30	16.7	20.8	61	19.06	50.0	20	12.7	25.0	2	4.3	8.3
Psp	8	4.4	12.5	11	3.44	20.8	8	5.1	20.8	1	2.1	4.2
Mma	45	25.0	45.8	38	11.88	50.0	16	10.2	20.8	13	27.7	25.0
Ohe	1	0.6	4.2	6	1.88	20.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Bin	2	1.1	4.2	10	3.13	16.7	5	3.2	8.3	0	0.0	0.0
Pbr	0	0.0	0.0	0	0.00	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Ter	5	2.8	16.7	14	4.38	29.2	3	1.9	12.5	1	2.1	4.2
Hma	0	0.0	0.0	2	0.63	8.3	3	1.9	12.5	0	0.0	0.0
Cke	31	17.2	45.8	23	7.19	54.2	17	10.8	54.2	2	4.3	8.3
Total	180			320			157			47		
Total sp.	14			15			14			7		

Foram detectadas diferenças na estrutura das assembleias de peixes, entre os períodos do ciclo dia/noite tanto para a área com abrigos artificiais como para a sem abrigos artificiais, de acordo com ANOSIM (Tabela 10). Os baixos valores de R encontrados demonstram que muitas espécies ocorrem nos diferentes períodos do ciclo nictimeral. *Cichla kelberi* e *M. maculatus* foram espécies características do Anitecer, e *G. brasiliensis*, do dia, em ambas as áreas, conforme a análise SIMPER (Tabela 11). Também *A. parahybae* foi característica da noite e do amanhecer, apenas na área com abrigos, e *C. kelberi*, do Amanhecer, apenas na área sem abrigos.

Tabela 10. Valores de R-estatístico e níveis de significância ($p < 0.01$) da ANOSIM para comparações entre as assembleias de peixes para as áreas com abrigos e sem abrigos, nos diferentes turnos. Valores altamente significativos ($P < 0,01$) indicados em vermelho. Códigos dos turnos: 1- anoitecer ; 2- noite; 3- amanhecer; 4- dia.

TURNO	R	P
Com abrigos	R global=0.16	0.1
1 , 2	0.21	0.1
1 , 3	0.05	4.8
1 , 4	0.12	0.6
2 , 3	0.02	22.9
2 , 4	0.34	0.1
3 , 4	0.17	0.1
Sem abrigos	R Global=0.128	
1 , 2	0.053	4.6
1 , 3	0.025	14.3
1 , 4	0.126	0.2
2 , 3	0.04	7.8
2 , 4	0.275	0.1
3 , 4	0.208	0.1

Tabela 11. Espécies discriminantes (características) dos turnos nas áreas com presença e ausência de abrigos artificiais, de acordo com a análise de Similaridade de Percentagem - SIMPER. Espécies que mais contribuíram para similaridade média dentro do grupo (>25% similaridade), indicadas em vermelho.

<i>Com Abrigos</i>				
Espécie	Anoitecer(15,2)	Noite (22,4)	Amanhecer (16,6)	Dia (24,12)
Cke	37,11		10,10	
Mma	34,13	15,20	18,15	14,34
Gbr	11,88			77,08
Apa	5,73	41,94	26,55	
Lca	4,11	9,47	13,08	
Psp		8,24		
Ter		10,95	12,94	
Abi		9,98	10,31	
Sem abrigos	(15,32)	(19,10)	(18,19)	(24,10)
Cke	31,04	14,72	58,56	
Mma	27,59	12,93	2,94	12,05
Lca	20,50	19,14	14,35	
Gbr	8,64			82,68
Apa	4,82	19,98	3,53	
Tst		16,43	8,31	
Abi		3,06		
Ter		2,95		
Psp		2,69	2,88	

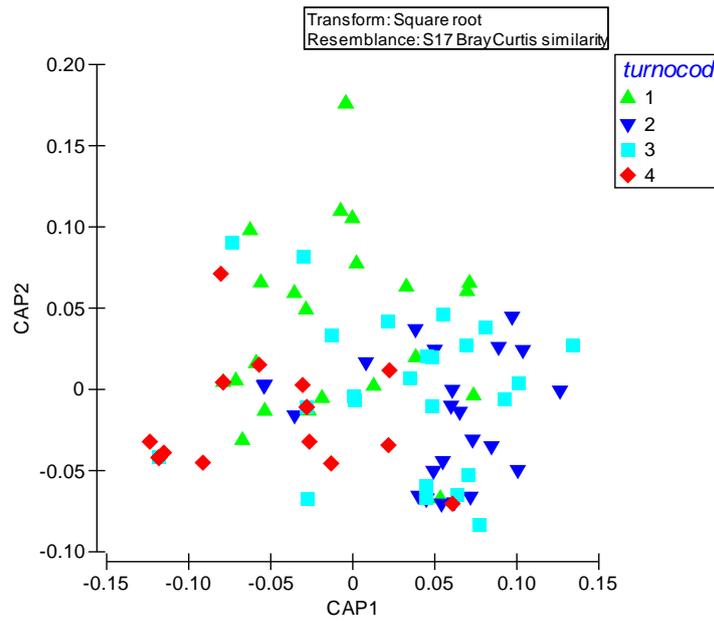
Uma grande variabilidade nas amostras foi detectada ao longo de todos os turnos para as áreas com abrigos e sem abrigos, com as maiores variações sendo detectadas nos períodos crepusculares, especialmente no amanhecer, quando somente 29% das amostras foram classificadas dentro da expectativa daquele período do dia de acordo com a Análise Canônica de Coordenadas Principais (Tabela 12).

O diagrama dos dois primeiros eixos de ordenação da Análise Canônica de Coordenadas Principais apresenta uma ampla distribuição das amostras codificadas pelos turnos, com indicações de separação apenas entre o período do dia e da noite ao longo do eixo 1, principalmente na área sem a presença de abrigos (Figura 6).

Tabela 12. Análises das coordenadas principais canônicas dos turnos nas áreas com abrigos e sem abrigos. Baixa % correta em vermelho.

Com abrigos						
Turnos	1	2	3	4	Total	% correta
Anoitecer	10	2	5	7	24	41.7
Noite	1	17	3	3	24	70.8
Amanhecer	4	10	7	3	24	29.1
Dia	2	2	4	16	24	66.7
Total						52.1
Sem abrigos						
	1	2	3	4		
Anoitecer	11	2	5	7	24	45.8
Noite	7	17	3	3	24	58.3
Amanhecer	5	10	7	3	24	29.2
Dia	9	2	4	16	24	54.2
Total						46.87

A)



B)

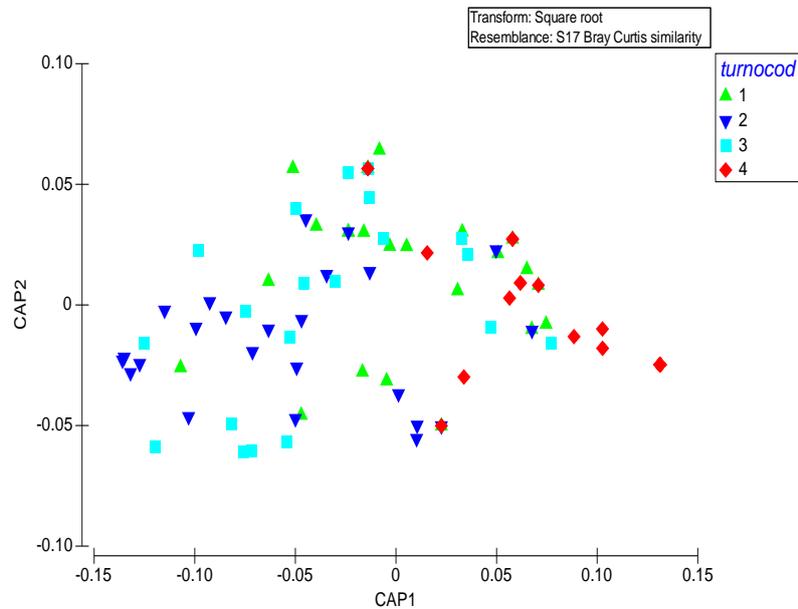


Figura 6. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise das coordenadas principais canônicas (CAP), com as amostras codificadas pelo período do dia, nas áreas com abrigos (A) e sem abrigos artificiais (B) do Reservatório de Lajes. Códigos: 1- anoitecer ; 2- noite; 3- amanhecer; 4- dia.

Diferenças significativas foram encontradas para os quatro descritores da comunidade (Número de espécies, Número de indivíduos, Riqueza de Margalef e Diversidade de Shannon-H') nas áreas com abrigos e sem abrigos, com maiores valores durante a noite e menores durante o dia e anoitecer de acordo com a Análise de Variância Mono-Fatorial (Tabela 13).

Tabela 13. Comparações dos descritores de comunidade entre os períodos do ciclo nictimeral para as áreas com abrigos e sem abrigos do Reservatório de Lajes, de acordo com ANOVA mono-fatorial e teste Tukey para comparações destas variáveis. Período do dia: 1, anoitecer, 2, dia, 3, amanhecer, 4, dia

Com abrigos	F	P	Tukey
Número de espécies	11,33	0,000	2>3>1>4
Número de indivíduos	3,00	0,035	2>1,4
Riqueza de Margalef (D)	4,677	0,005	2,3>1,4
Diversidade de Shannon (H')	12,26	0,000	2>3,1>4;
Sem abrigos			
Número de espécies	12,59	0,001	2>3,1>4
Número de indivíduos	7,005	0,000	2>1,3>4
Riqueza de Margalef (D)	5,281	0,014	2,3,1*>4
Diversidade de Shannon (H')	14,93	0,001	2,3>1>4

Em relação às espécies, *A. parahybae*, tanto na zona com abrigos como na sem abrigos apresentou significativas variações na abundância ao longo do ciclo dia/noite, com maiores valores durante a noite, e menores durante o dia e anoitecer, de acordo com ANOVA monofatorial. *Cichla kelberi* e *L. castaneus* também apresentaram variações significativas, com menores abundâncias durante o dia, comparado com os outros períodos na área sem abrigos artificiais (Tabela 14).

Tabela 14. Comparações da abundância das espécies entre os períodos do dia nas áreas abrigadas e não abrigadas do Reservatório de Lajes. Período do dia: 1, Anoitecer, 2, Dia, 3, Amanhecer, 4, Dia.

<i>Com abrigos</i>				
Espécies Indicadoras	Ms	F	P	Tukey
<i>L. castaneus</i>	48,01	0,73	0,539	-
<i>A. cf. bimaculatus</i>	88,4	1,64	0,187	-
<i>A. parahybae</i>	124,9	4,21	0,001	2>3>1,4
<i>M. maculatus</i>	158,4	1,01	0,384	-
<i>C. kelberi</i>	11,6	1,61	0,194	-
<i>Sem abrigos</i>				
<i>G. brasiliensis</i>	1,8	0,82	0,488	-
<i>L. castaneus</i>	20,1	2,73	0,049	2,3,1>4
<i>A. parahybae</i>	29,9	3,34	0,023	2>4; 1,3=4
<i>M. maculatus</i>	11,7	1,75	0,163	-
<i>C. kelberi</i>	7,2	2,81	0,045	1,2,3>4

3.4. Comparações sazonais

Não foram detectadas diferenças na estrutura da ictiofauna entre a primavera e o verão (elevada pluviosidade e temperatura e crescentes níveis da água) e entre o outono e inverno (decrecente níveis da água, baixa pluviosidade e temperatura), tanto na área com abrigos como na área sem abrigos, de acordo com ANOSIM (Tabela 15).

Metynnis maculatus teve maiores contribuições durante o período de primavera-verão enquanto *A. parahybae*, no outono-inverno para a área abrigada. Na área não abrigada, *C. kelberi* foi característica do outono-inverno na área sem abrigos. Também *G. brasiliensis* foi característico apenas do verão em ambas as áreas, enquanto *M. maculatus* foi característica do verão somente na área sem abrigos (Tabela 16).

Tabela 15. Comparações da estrutura da comunidade entre as estações do ano de acordo com ANOSIM, nas áreas com abrigos e sem abrigos do Reservatório de Lajes.

Sem abrigos	R(0,13)	P(0,1)
Primavera,Verão	0,03	11,3
Primavera,Outono	0,28	0,1
Primavera,Inverno	0,15	0,1
Verão,Outono	0,17	0,1
Verão,Inverno	0,12	0,4
Outono,Inverno	0,142	7,2
Sem abrigos	R(0,13)	P(0,1)
Primavera,Verão	0,03	13,5
Primavera,Outono	0,14	0,1
Primavera,Inverno	0,1	1,0
Verão,Outono	0,12	0,5
Verão,Inverno	0,09	0,6
Outono,Inverno	0,01	27,7

Tabela 16. Espécies discriminantes das estações, em ambas as áreas, de acordo com a análise de Similaridade de Percentagem - SIMPER. Espécies que mais contribuíram para similaridade média dentro do grupo (> 25% da similaridade), indicadas em negrito. Códigos das espécies conforme Tabela 2.

Com Abrigos	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Mma	52,89	34,28		22,72
Lca	14,04			11,66
Ter	11,90		16,07	5,10
Gbr	9,95	26,47	14,52	4,58
Apa	5,25	8,36	47,14	27,66
Cke		11,99	15,33	
Abi		11,56		
Psp				10,55
Cl				10,10
Sem Abrigos				
Lca	32,95	13,70		6,69
Mma	18,95	26,35		
Gbr	15,83	25,88	18,07	
Apa	11,21		8,16	18,43
Ter	4,74			
Hau	3,97			
Cke	3,86	14,40	48,16	43,39
Tst		13,73		24,94
Cl			12,62	
Psp				5,72

As maiores pluviosidade médias na área do Reservatório de Lajes ocorrem entre outubro e março, correspondendo à primavera-verão, enquanto as menores, entre abril e setembro, correspondendo ao outono-inverno (Fig. 7). O nível da água (cota), apresentou padrão sazonal diferenciado da pluviosidade, com os maiores valores de março a julho (outono-inverno) e menores de setembro a dezembro (primavera).

Em geral, os valores de R foram baixos quando a comunidade de peixes foi comparada entre os diferentes níveis de pluviosidade. Porém uma clara tendência de separação na comunidade, foi indicada entre os períodos de maior (> 140 mm) e menor (<20 mm) pluviosidade, em ambas as áreas (P<0,01) (Tabela 17, Fig. 7).

Tabela 17. Comparações da estrutura da comunidade entre intervalos de pluviosidade de acordo com ANOSIM no Reservatório de Lajes. Níveis de pluviosidade: 1 < 20mm, 2 - 20-80mm, 3 - 80-140mm, 4 ->140mm;

Áreas com abrigo	R global=-0,01	P (%)
2,3	-0,04	87,4
2,4	-0,08	94,1
2,1	0,10	8,7
3,4	-0,03	66,4
3,1	0,27	0,5
4,1	0,38	0,1
Áreas sem abrigo	R Global=0,009	P
2,3	0,03	19,6
2,4	-0,06	86,3
2,1	0,11	9,9
3,4	-0,02	62,6
3,1	0,04	28,8
4,1	0,24	1,0

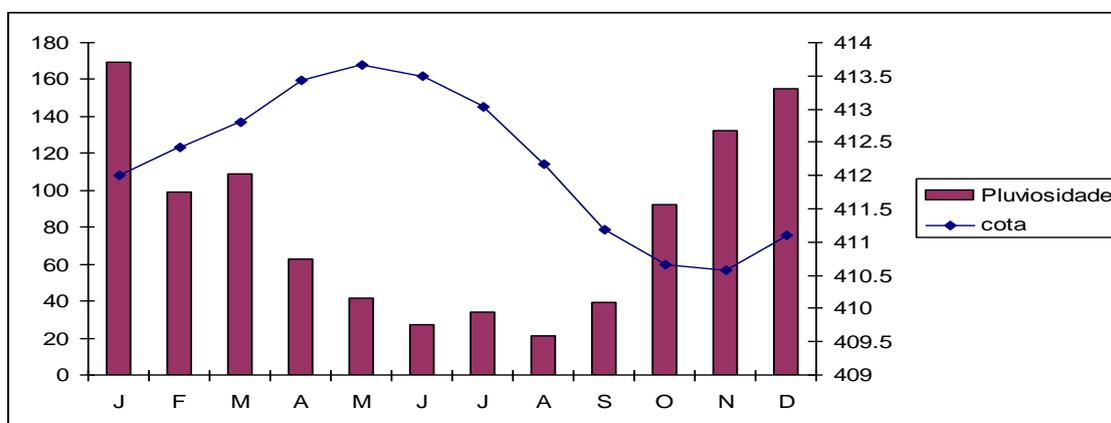


Figura 7. Médias mensais de cota (nível da água, em metros) e pluviosidade (mm) na área do Reservatório de Lajes, entre 2003 e 2012. Fonte: Light Serviços de Eletricidade S.A. ([www..light.com.br/grupo-light/.../light-energia.aspx](http://www.light.com.br/grupo-light/.../light-energia.aspx)).

3.5. Influências das variáveis ambientais na ictiofauna

Os diagramas de ordenação da dbRDA (*distance based Redundance Analysis*) das espécies de peixes condicionadas pelas variáveis ambientais de temperatura, pH, condutividade, transparência e oxigênio dissolvido apresentaram maiores pesos para oxigênio dissolvido e temperatura, nos eixos 1 e 2, respectivamente na área com presença de abrigos (Figura 8), e para oxigênio dissolvido e pH na área com ausência de abrigos (Figura 9). Não se verificou nenhum padrão de separação de acordo com o período do dia (turno) tanto na área com presença ou como na área com ausência de abrigos.

Na área com os abrigos artificiais, as amostras do inverno estiveram associadas com as menores temperaturas e níveis da água (cota) e baixas pluviosidades (Figura 8). Na área sem os abrigos artificiais, as amostras do verão apresentaram maiores valores de oxigênio dissolvido e temperatura, e foram associadas às maiores cotas e pluviosidade.

Na área com os abrigos artificiais, a comunidade de peixes parece se diferenciar de acordo com os 3 níveis de cota, com as amostras com cota menor que 410 (1), separando-se das maiores cotas (3 e 4), e com a cota 2 localizando-se em posição intermediária. Também a pluviosidade parece ser um fator determinante na estruturação da comunidade de peixes, tanto na zona abrigada como na área sem abrigos, com os menores valores (1) separando-se dos maiores valores (3 e 4), enquanto os níveis intermediários (2) localizaram-se em posições próximas ao centro do diagrama (Figuras 7 e 8).

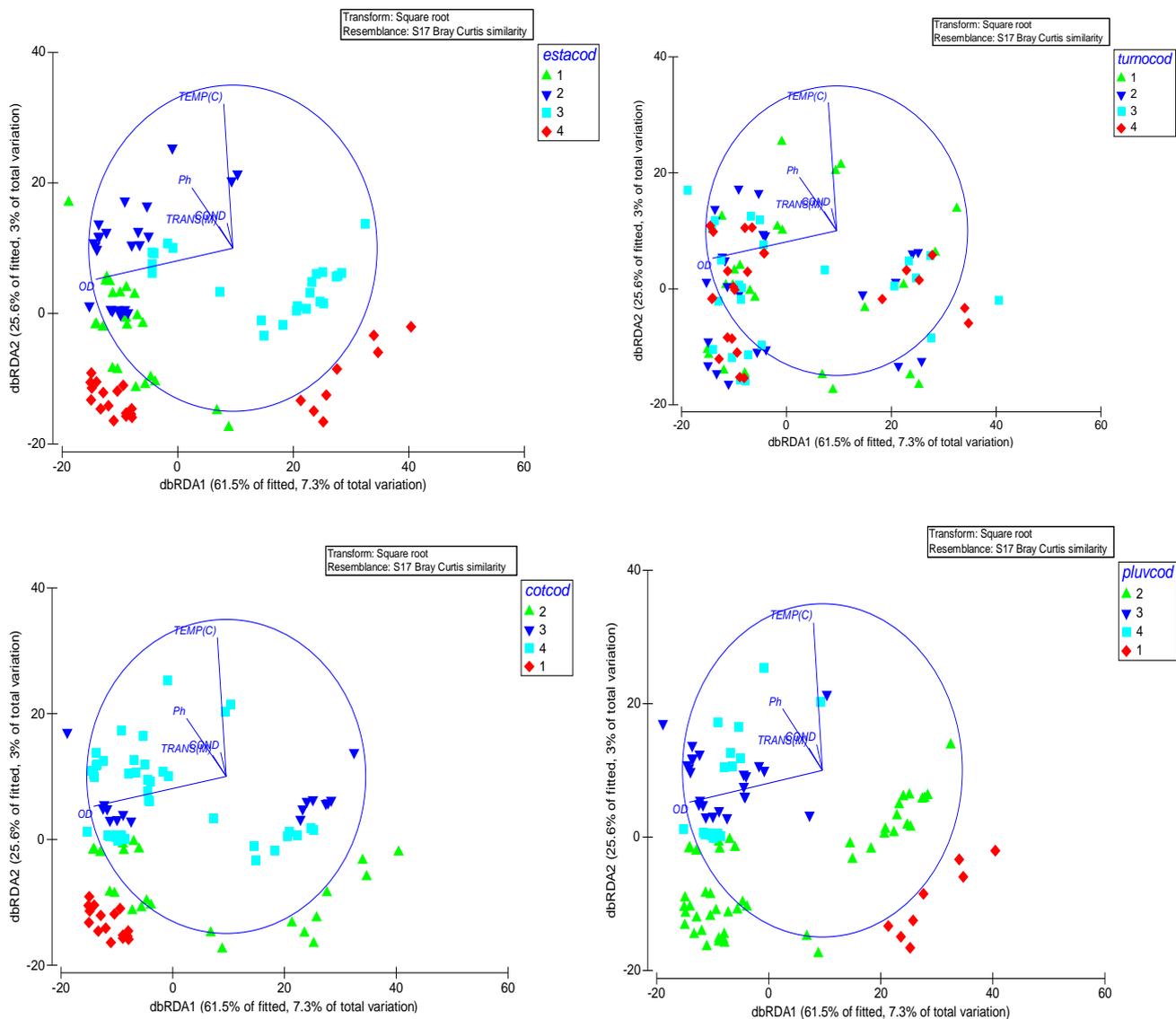


Figura 8. Diagrama da análise dbRDA das espécies condicionadas as variáveis ambientais na área com abrigos artificiais, com as amostras codificadas por período do dia, estação do ano, nível da água (cota) e pluviosidade. Turno: 1- anoitecer, 2- noite, 3- amanhecer, 4- dia; Estação do ano 1- primavera, 2- verão, 3 –outono, inverno; Cota: 1- <410m, 2- 410m-411m, 3- 411m- 412m, 4- Cota>412m; Pluviosidade: 1 < 20mm, 2 - 20-80mm, 3 – 80-140mm, 4 ->140mm.;

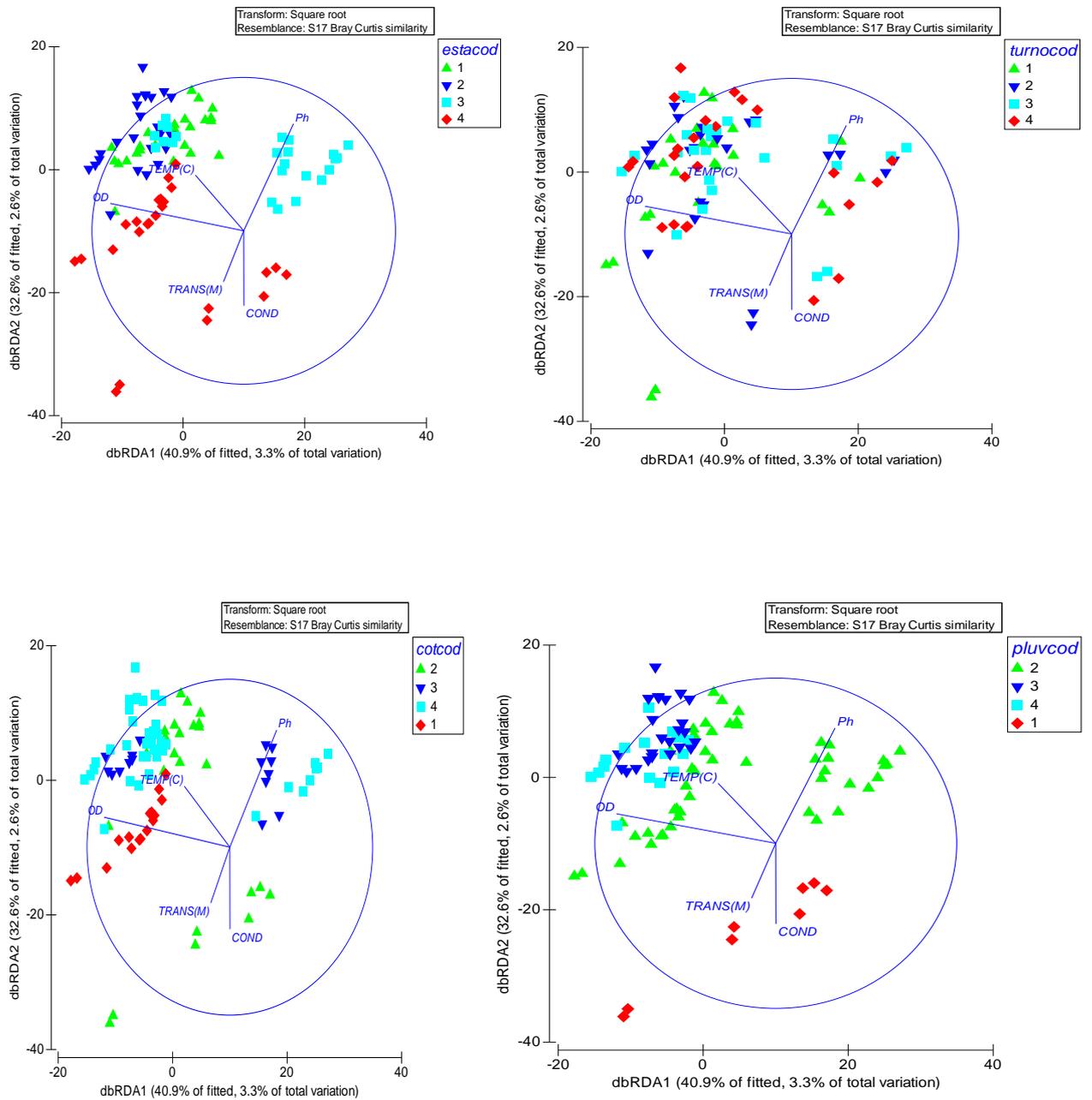


Figura 9. Diagrama da análise dbRDA das espécies condicionadas as variáveis ambientais na área sem abrigos artificiais, com as amostras codificadas por período do dia, estação do ano, nível da água (cota) e pluviosidade. Turno: 1- anoitecer, 2- noite, 3- amanhecer, 4-dia; Estação do ano 1- primavera, 2'- verão , 3 –outono, inverno; Cota: 1- <410m , 2- 410m-411m, 3- 411m- 412m, 4 – Cota>412m; Pluviosidade: Pluviosidade:1 < 20mm, 2 - 20-80mm, 3 – 80-140mm, 4 ->140mm.;

Metynnis maculatus e *A. paraybae* foram mais abundantes no período de maior pluviosidade na área com abrigos, enquanto esta primeira espécie também ocorreu em maiores abundâncias nos maiores percentagens de oxigênio dissolvido nesta área (Tabela 18). Na área sem abrigo, os padrões foram menos definidos, com *M. maculatus* e *A. paraybae* ocorrendo principalmente em valores intermediários de pluviosidade, com a primeira espécies também ocorrendo em valores intermediários de temperatura e pH (Tabelas 18 e 19).

Tabela 18. Diferenças significativas na abundância das cinco espécies selecionadas entre faixas das variáveis abióticas na área com abrigos do Reservatório de Lajes, de acordo com ANOVA mono-fatorial e teste de Tukey. Pluviosidade: 1 < 20mm, 2 - 20-80mm, 3 - 80-140mm, 4 ->140mm.; Temperatura: 1) <22°C; 2)22,1-26 °C; 3) >26 °C; pH:1)<6; 2) 6-6,9; 3)>7; Oxigênio dissolvido: 1) < 70% saturação; 2) 70-80%; 3)80,1-85%; 4)85,1-95%; 5) >95%;

Variáveis	F	P	Tukey
<i>Espécies</i>			
Pluviosidade			
<i>M. maculatus</i>	9,09	0,00	4>3,2,1
<i>A. paraybae</i>	3,01	0,03	4,3>2
Temperatura			
<i>M. maculatus</i>	6,35	0,00	2>3>1
<i>L. castaneus</i>	3,69	0,03	2>3,1
pH			
<i>M. maculatus</i>	4,71	0,01	2 > 1,3
<i>L. castaneus</i>	3,62	0,01	3 >2 ;1=3;1=2
OD			
<i>M. maculatus</i>	3,77	0,01	3,4 > 1, 2

Tabela 19. Diferenças significativas na abundância das cinco espécies selecionadas entre faixas das variáveis abióticas na área sem abrigos do Reservatório de Lajes, de acordo com ANOVA mono-fatorial e teste de Tukey. Temperatura: 1) <22°C; 2) 22,1-26 °C; 3) >26 °C; pH:1) <6; 2) 6-6,9; 3) >7; Oxigênio dissolvido: 1) < 70% saturação; 2) 70-80%; 3) 80,1-85%; 4) 85,1-95%; 5) >95%;

Variáveis	F	P	Tukey
<i>Espécies</i>			
Pluviosidade			
<i>M. maculatus</i>	3,01	0,02	2 > 4,3,1
<i>A. paraybae</i>	3,21	0,02	
Cota			
<i>L. castaneus</i>	5,03	0,00	2 > 1, 3 ,4
Temperatura			
<i>M. maculatus</i>	3,75	0,03	2 > 3,1
<i>L. castaneus</i>	3,92	0,02	2 > 3,1
pH			
<i>M. maculatus</i>	6,02	0,02	3 >2 ; 1*
<i>G. brasiliensis</i>	4,32	0,01	3 >2 ; 1*
Oxigênio Dissolvido			
<i>L. castaneus</i>	4,23	0,00	4 > 1,5 ; 4 =3

Os resultados da PERMANOVA demonstraram que as diferenças da estrutura da comunidade de peixes ocorreram principalmente devido as interações turno × pluviosidade × cota (18,78% das variâncias) e turno × pluviosidade (10,61%), e aos fatores isolados de turno e cota respectivamente (9,65% e 7,07%), na área com abrigos (Tabela 20).

Na área sem abrigos as interações (turno, pluviosidade e cota), tiveram ainda mais importância na estruturação pois corresponderam a 29,72% de explicação da variância (ECV), seguidas de 9,92% de interações (turno x Cota) e 7,32% de explicação para cota (Tabela 20).

Tabela 20. Resultados da PERMANOVA testando as diferenças na estrutura da assembléia de peixes em respostas as variáveis abióticas da água e os fatores fixos como: turno, pluviosidade e cota.

Área dom abrigos artificiais						
Fonte de variação	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	ECV
Temperatura	1	11326	11326	5.49	0.002	1.79
Oxigênio dissolvido	1	20506	20506	9.94	0.001	4.56
Condutividade	1	8580.5	8580.5	4.16	0.001	1.28
Turno	3	43299	14433	6.99	0.001	9.65
Pluviosidade	3	11353	3784.3	1.84	0.025	2.38
Cota	3	17404	5801.3	2.81	0.001	7.07
Turno × pluviosidade	9	44800	4977.7	2.41	0.001	10.61
Turno × cota	9	28605	3178.3	1.54	0.015	5.54
Turno×pluviosidade×cota	3	12965	4321.6	2.1	0.01	18.78
Resíduo	62	127850	2062.1			38.32
Total	95	326690				
Área Sem abrigos artificiais						
Temperatura	1	7470.7	7470.7	3.51	0.001	0.67
Oxigênio dissolvido	1	7737.5	7737.5	3.63	0.003	0.91
Ph	1	6870.6	6870.6	3.23	0.004	2.81
Turno	3	39374	13125	6.16	0.001	5.71
Pluviosidade	3	15905	5301.8	2.49	0.001	3.26
Cota	3	25974	8658	4.06	0.001	7.32
Turno x pluviosidade	9	36796	4088.5	1.92	0.001	4.69
Turno x cota	9	45312	5034.7	2.36	0.001	9.4
Plxcot	1	7522.5	7522.5	3.53	0.001	9.92
Turnoxpluviosidadexcota	3	22690	7563.2	3.55	0.001	29.72
Resíduo	61	1.30E+05	2130.1			25.59
Total	95	3.46E+05				

Foram detectadas diferenças no comportamento das espécies indicadoras (5 mais abundantes em cada área). Na parte sem os abrigos artificiais a pluviosidade foi o fator de variação de maior importância no comportamento de *M. maculatus*, com valor de

ECV (18,30%). Já as espécies *A.cf. bimaculatus* e *A. parahybae*, o turno e a interação turno x pluviosidade foram os fatores de maior influência para ambas. *Loricariichthys castaneus* teve a cota como sendo o fator de maior explicação enquanto para *C. kelberi* (12%) foi o turno (Tabela 21).

Já na parte sem abrigos artificiais (Tabela 22), os fatores turno, pluviosidade e cota (fixos) e pH, apresentaram as maiores explicações da variância. Para *L. castaneus* a cota explicou praticamente 35% da sua variação. *Astyanax parahybae* teve influência da interação turno × cota (13,95%), da pluviosidade (12,97%), cota (11,46%) e turno (10,31%). A interação turno × pluviosidade (12,65%) foi a que mais explicou para *M. maculatus* seguida pela cota que teve uma explicação de (9,33%). Já para *C. kelberi* a interação turno × cota apresentou a maior explicação (13,67%), seguida de turno (12,80%).

Tabela 21. Resultado da PERMANOVA das espécies indicadoras na parte abrigada, baseada na distância Euclidiana em respostas as variáveis abióticas da água e os fatores fixos, como: turno, pluviosidade e cota.

<i>Fonte de variação</i>	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>Pseudo-F</i>	<i>P</i>	<i>ECV</i>
<i>M. maculatus</i>						
Oxigênio Dissolvido	1	42.55	42.55	25.25	0.001	11.06
Pluviosidade	3	45.61	15.20	9.02	0.001	18.30
Cota	3	22.77	7.59	4.50	0.006	12.75
turno x pluviosidade	9	33.89	3.77	2.24	0.02	8.20
Pluviosidade x cota	1	3.55	3.55	2.10	0.146	5.89
Resíduo	78	131.43	1.69			43.80
Total	95	279.79				
<i>A. parahybae</i>						
Turno	3	37.90	12.63	12.46	0.001	28.55
Turno x pluviosidade	9	18.42	2.05	2.02	0.061	11.65
Resíduo	83	84.16	1.01			
Total	95	140.48				
<i>A. cf. bimaculatus</i>						
Turno	3	21.43	7.14	8.93	0.001	21.81
Pluviosidade	3	18.15	6.05	7.56	0.003	13.83
turno x pluviosidade	9	24.58	2.73	3.41	0.008	20.34
Resíduo	80	64.01	0.80			44.01
Total	95	131.72				
<i>L. castaneus</i>						
Oxigênio Dissolvido	1	8.48	8.48	7.86	0.007	6.06
Cota	3	10.77	3.59	3.32	0.022	9.07
Resíduo	91	98.25	1.08			84.87
Total	95	117.50				
<i>C. kelberi</i>						
Temperatura	1	4.97	4.97	8.92	0.007	6.71
Turno	3	7.56	2.52	4.52	0.003	11.97
Resíduo	91	50.68	0.56			81.32
Total	95	63.20				

Tabela 22. Resultado da PERMANOVA das espécies indicadoras na parte não abrigada, baseada na distância euclidiana, em respostas as variáveis abióticas da água e os fatores fixos, como: turno, pluviosidade e cota.

<i>Fonte de Variação</i>	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>Pseudo-F</i>	<i>P</i>	<i>ECV</i>
<i>G. brasiliensis</i>						
pH	1	3.33	3.33	9.91	0.001	6.61
Turno	3	2.63	0.88	2.61	0.046	4.79
Pluviosidade	3	3.19	1.06	3.16	0.029	9.20
Cota	3	2.68	0.89	2.66	0.054	8.27
Resíduo	85	28.59	0.34			71.14
Total	95	40.42				
<i>L. castaneus</i>						
Turno	3	8.27	2.76	4.96	0.004	7.80
Pluviosidade	3	9.17	3.06	5.50	0.003	10.18
Cota	3	20.17	6.72	12.10	0.001	34.73
Resíduo	86	47.81	0.56			47.29
Total	95	85.42				
<i>A. parahybae</i>						
Turno	3	10.45	3.48	5.82	0.001	10.31
Pluviosidade	3	11.28	3.76	6.28	0.001	12.97
Cota	3	7.86	2.62	4.37	0.007	11.46
Turno x cota	9	13.69	1.52	2.54	0.02	13.95
Resíduo	77	46.10	0.60			51.32
Total	95	89.38				
<i>M. maculatus</i>						
OD	1	6.32	6.32	10.23	0.002	6.37
Turno	3	5.44	1.81	2.94	0.036	5.35
Cota	3	7.50	2.50	4.05	0.006	9.33
Turno x pluviosidade	9	11.12	1.24	2.00	0.032	12.69
Resíduo	79	48.81	0.62			66.27
Total	95	79.18				
<i>C. kelberi</i>						
Turno	3	6.25	2.08	5.18	0.003	12.80
Turno x cota	9	7.43	0.83	2.05	0.043	13.67
Resíduo	83	33.39	0.40			73.54
Total	95	47.07				

4. Discussão

Não foram constatadas, neste estudo, diferenças significativas na estrutura da comunidade de peixes entre as áreas providas com abrigos artificiais e as áreas com ausência de abrigos artificiais, embora a abundância numérica tenha sido significativamente maior nas áreas com abrigos. Estes resultados, de certa forma, não estão dentro do esperado, uma vez que a introdução de abrigos poderia aumentar a complexidade do habitat e assim atrair maior número de espécies. Tem sido amplamente divulgado na literatura científica, que a diversidade e complexidade dos habitats têm influência direta no número de espécies e na estrutura das comunidades de peixes (PLOSKEY, 1985; CARPENTERER & LODGE 1986; PELICICE *et al.*, 2008; PADIAL *et al.*, 2009), com estruturas artificiais (abrigos) sendo efetivos para o aumento/atração de vários componentes da ictiofauna (FREITAS & PETRERE; 2001; SANTOS *et al.*, 2008, 2011). Além disto, a heterogeneidade ambiental tem sido reportada como um fator que proporciona o aumento no número de habitat disponíveis para a ictiofauna favorecendo o aumento na diversidade de espécies, devido à maior disponibilidade de nichos e recursos alimentares (TOWSENSEND, 2006).

Habitats artificiais tem sido utilizados em diversos ambientes, como lagos, rios, estuários e oceanos, tendo como principais objetivos o aumento da biodiversidade, da produção pesqueira e até da criação de sistemas para pesquisas ecológicas (SEAMAN, 2000). No entanto este assunto é bastante controverso, em face das alterações na estrutura de comunidade local causada pela atração de espécies de outras áreas que pode ocorrer em função das estruturas artificiais. SANTOS & MONTEIRO (1998) concluíram que estruturas artificiais aumentam a biomassa pesqueira em águas costeiras. BRAGA (2002) observou que a água doce é um ambiente menos favorável para a colonização e crescimento de organismos sésseis nas estruturas artificiais quando comparados com ambientes marinhos, com este último ambiente sendo mais propício para a oferta de alimentos que vão colonizando as estruturas artificiais. Mais recentemente, GÓIS *et al.* (2012) reportaram que tais estruturas (e.g. vegetação submersa) desempenham importante papel na manutenção da riqueza e diversidade de espécies sendo mais relevantes apenas durante os primeiros anos de represamento, porém irrelevante em represamentos antigos.

O fato do reservatório de Lajes ser um “*type-lake reservoir*” com ausência de rotas migratórias para os peixes, recebendo afluência de apenas pequenos riachos, pode ser um fator determinante na ausência de variabilidade espacial na estrutura da comunidade de peixes. Além disso, a idade do reservatório também é outro fator relevante, pois nesses ambientes com certo tempo de barramento a riqueza de espécies está em torno de 20 (AGOSTINHO *et al.*, 2007). SAUDERS *et al.* (2002) descreveu que é esperada a depleção de habitats naturais em ambientes represados por longo tempo, com a idade do reservatório e os procedimentos de operação das usinas fazendo com que quase não existam áreas com abrigos, os quais são favorecidos apenas quando o nível da água se eleva e parte da vegetação marginal fica alagada e cria ambientes favoráveis para as espécies que dependem do alagamento dessas áreas. Fato que também foi relatado por CORDIVIOLA DE YUAN (1992) e AGOSTINHO & GOMES (1997). Vale ressaltar também que o controle do nível da água faz com que a época de cheia (maiores cotas nos reservatórios) não seja a mesma da época de chuvas (CAETANO, 2004), o que pode trazer distúrbio na sincronia dos mecanismos fisiológicos dos peixes. O período de chuvas é importante para favorecer a oferta de alimentos para a ictiofauna, especialmente os de origem alóctone que são trazidos com as enxurradas.

ABELHA *et al.* (2005) relataram que no reservatório Capivari, à semelhança de Lajes, é um dos reservatórios mais antigos do Brasil, com uma importante contribuição de item alóctones na alimentação dos peixes, provenientes da vegetação no seu entorno. DIAS *et al.* (2005) verificaram que as principais espécies de peixes do reservatório de Lajes utilizam itens alimentares autóctones e alóctones, sendo os alimentos provenientes da coluna d’água (microcrustáceos) e do ecótono água/floresta nas áreas marginais constituídas de cobertura vegetal da Mata Atlântica. Logo era de se esperar que com os abrigos artificiais houvesse um incremento na cadeia trófica do reservatório, e portanto na riqueza de espécies na área com presença de abrigos, porém isto não foi confirmado em nossos estudos, já que a estrutura da comunidade não variou entre as áreas com e sem abrigos.

Observou-se que as áreas com abrigos apresentam maiores densidades (número de peixes) quando comparadas com as áreas sem abrigo. Esta maior abundância foi principalmente devido a presença de *M. maculatus*, que foi a única espécie abundante a apresentar diferenças significativas no número de indivíduos entre as duas áreas. Em seus estudos iniciais, logo após a introdução de abrigos no reservatório de Lajes, SANTOS *et al.* (2008) encontraram que os abrigos foram eficientes na atração dos

Cichlideos (*C. kelberi*, *T. rendalli* e *G. brasiliensis*), que utilizam a visão como importante meio de orientação. Após alguns anos, a formação de camadas de algas (*algafilm*) pode ter favorecido espécies como *M. maculatus* que tem sua alimentação voltada para algas filamentosas que vão se depositando na estrutura artificial, favorecendo seus hábitos onívoro-micrófago (DIAS *et al.*, 2005). Além disto, *M. maculatus*, por ser uma espécie de pequeno porte, pode encontrar nos abrigos artificiais proteção contra predadores de maior porte como *C. kelberi*.

A variação temporal nictimeral é um fator importante na estruturação da ictiofauna do reservatório de Lajes, com a estrutura da comunidade de peixes durante o dia diferindo significativamente dos outros períodos, tanto nas áreas com a presença como na ausência de abrigos. Durante o dia, foi registrado o menor número de espécies e abundância de peixes, bem como as menores diversidades (H') e riquezas de Margalef (D). Esses resultados são esperados para o reservatório, já que é um sistema relativamente fechado, com pequenas áreas de migração, com as espécies explorando a variação dia vs. noite, para se adaptar e ajustar seus mecanismos de estruturação. CAETANO (2004) estudando variações nictimerais no reservatório de Lajes, também encontrou que a variação dia/noite foi o fator de maior importância usado pelos peixes como estratégia para coexistir no reservatório de Lajes. Esta variação temporal de curto prazo pode ser resultado de interações bióticas, como a relação presa-predador, pois como citado em outros trabalhos (ARAÚJO & SANTOS 2001; CAETANO 2004), a espécie não nativa *C. kelberi* que é um piscívoro voraz, que pode estar influenciando no comportamento das espécies forrageiras como os *A.cf. bimaculatus* e *A. parahybae*, fazendo com que estas últimas sejam mais ativas durante o período da noite para fugir na predação de *C. kelberi*, que tem atividades predominantemente diurnas, utilizando sua capacidade visual para predação de outros peixes. Além disto, *A. cf. bimaculatus* foi capturada em maior abundância na área com abrigos, o que pode ser uma evidência que esta espécie esteja usando estas estruturas artificiais para se proteger dos predadores. Este comportamento se diferencia do encontrado por LOWE-MCCONNELL (1999) para peixes da Amazônia, onde a presença de predadores e espécies de grande porte foi mais abundante durante a noite, enquanto pequenas espécies se protegem na vegetação. No entanto, o Reservatório de Lajes não dispõe das mesmas condições daquela região, onde a estruturação do habitat é elevada graças a abundância de vegetação de baixo, médio e grande porte.

Geophagus brasiliensis foi registrado neste estudo como uma das poucas espécies característica do dia, o que coincide com seu hábito diurno, típico dos Cichlidae que usam a visão com um dos principais sentidos de orientação (AGOSTINHO, 2007; GONZALEZ *et al.*, 2004). SANTOS (2008), registrou *G. brasiliensis* como uma das mais abundantes em no reservatório de Lajes, e sua ocorrência principalmente durante o dia foi corroborada nos resultados de CAETANO (2004).

Registrou-se uma diminuição na contribuição relativa de *O. hepsetus* neste estudo em relação a períodos anteriores, uma vez que ele tem sido citado como uma das mais abundantes espécies do reservatório de Lajes na última década (ARAÚJO & SANTOS 2001; DUARTE, 2002; CAETANO 2004). *Oligosarcus hepsetus* é uma espécie nativa, cuja diminuição na abundância relativa pode ser resultado da competição com *C. kelberi*, outro piscívoro, porém de muito maior porte e que figura entre os predadores de topo nos sistemas que coloniza (DIAS, 2005). No reservatório de Lajes, *C. kelberi* tem sido reportado praticando canibalismo (GONZALEZ, 2003), uma forte indicação de sua grande capacidade de predação e esgotamento ou depleção de outros tipos de presas. As capturas relativamente baixas de *C. kelberi* durante o dia podem, portanto, ser atribuídas à capacidade de evitar os equipamentos de pesca, graças a sua grande capacidade de utilizar a visão (CAETANO, 2004; GONZALEZ, 2003).

Loriocarichthys castaneus foi uma das espécies mais abundantes na área sem abrigos, com aproximadamente o dobro da contribuição das áreas com abrigos. Esta espécie também foi abundante em outros reservatórios nas proximidades do Rio de Janeiro (GOMES *et al.*, 2008). Considerando que esta espécie foi mais capturada principalmente durante a noite, sugere sua maior atividade neste período, e uma relativa independência de abrigos para proteção, que são substituídos provavelmente por outros mecanismos, como o mimetismo com o substrato, o que é facilitado por seu corpo achatado e coloração que se confunde com o fundo.

As variáveis ambientais examinadas não foram boas preditoras da estrutura da comunidade de peixes, ou mesmo de alguns descritores ou espécies. Com exceção de *M. maculatus*, que pareceu preferir maior pluviosidade e níveis de oxigênio dissolvido, e de *A. parahybae* ser mais abundante em pluviosidades mais elevadas, as demais espécies não apresentaram um padrão definido em relação a estes fatores abióticos. Em geral, estas relações espécie-variáveis ambientais não são muito bem claras em ambientes artificiais como reservatórios (HENRY, 2003; OLIVEIRA *et al.* 2004), especialmente

aqueles relativamente fechados como é o caso de Lajes. Muitas interações das diferentes variáveis analisadas foram significativas, de acordo com PERMANOVA, o que sugere a complexidade e interferência entre as variáveis, como foi o caso de turno × pluviosidade × cota. Futuros estudos são necessários, analisando uma série de dados mais extensa, visando determinar tais padrões.

O manejo destes ambientes visando a conservação dos recursos renováveis como a ictiofauna, precisa ser uma prioridade nas políticas públicas. Isto se torna cada vez mais necessário, considerando que nestes ambientes as espécies se encontram em processos de adaptações às mudanças bruscas que ocorrem no habitat, das condições hidrológicas além das mudanças constantes no sistema aquático que ocorrem em função da demanda de produção de energia. Além disto, a pesca esportiva, comumente praticada no reservatório, é outro fator de interferência na estrutura das comunidades, que precisa ser melhor avaliado e controlado para que se estabeleça uma política de conservação da ictiofauna.

5. Conclusões

- 5.1 Não foram encontradas diferenças significativas na estrutura da comunidade de peixes entre a área com abrigos e a área sem abrigos, uma provável influencia do ambiente relativamente fechado do reservatório, que não permite rotas migratórias, e portanto, mudanças na estrutura da comunidade.
- 5.2. A área com a presença de abrigos apresentou maior abundância de peixes, influenciada principalmente pela presença de *M. maculatus*, a espécie de maior abundancia no reservatório, que pode estar se beneficiando com presença dos abrigos artificiais.
- 5.2- Variações nictimerais foram evidenciadas tanto na estrutura da ictiofauna como nos principais descritores, uma indicação de que este é o principal ou um dos principais mecanismos utilizados pelas espécies para possibilitar a coexistência. Em geral a ictiofauna no período do dia diferiu significativamente do período da noite, que apresentou maiores abundâncias e riquezas de espécies.

- 5.5. As variáveis ambientais não foram boas preditoras da estrutura da ictiofauna, nem mesmo das espécies, com exceção de *M. maculatus* e *A. parahybae* que foram mais abundantes nas maiores pluviosidades, com a primeira espécie ocorrendo também em maior concentrações de oxigênio dissolvido. Em geral, interações significativas entre as variáveis ambientais impediram a determinação de padrões mais evidenciados.

6. Referências Bibliográficas

- ABELHA, M.C.F., GOULART, E. & PERETTI, D. **Estrutura trófica e variação sazonal do espectro alimentar da assembléia de peixes do reservatório de Capivari, Paraná, Brasil.** In: Biocenoses em Reservatórios: padrões espaciais e temporais (L. Rodrigues, S.M. Thomaz, A.A. Agostinho & L.C. Gomes (Orgs.). São Carlos, RiMa Editora, p.1 97-209, 2005.
- ANDERSON, M.J.; WILLIS, T.J. Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. **Ecology**, v. 84, p. 511-525, 2003.
- ANDERSON, M.J.; GORLEY, R.N.; CLARKE, K.R. **PERMANOVA + for PRIMER : GUIDE to soft ware and Statistical Methods. Primer-E**, Plymouth, U.K, 2014p, 2008.
- ANGERMEIER, P.L.; DAVIDEANU, G. Using fish communities to assess streams in Romania : initial development of an index of biotic integrity. **Hydrobiologia**, v. 511, p. 65-78, 2004.
- AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed). **A planície de inundação do Alto rio Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** Maringá: EDUEM, p. 249-266, 1997.
- AGOSTINHO, A.A.; FERREIRA, H.J.; GOMES, L.C.; BINI, L.M.; AGOSTINHO, C.S. **Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna.** In:

- VAZZOLER, A.E.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). A planície de inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, p.179-208, 1997.
- AGOSTINHO, C.S. Reproductive aspects of piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *Serrasalmus marginatus* into the upper Paraná river. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n.1, p. 1-6, 2003.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE F.M.; PETRY A. C.; GOMES. L. C.; JULIO-Jr H.F. Fish diversity in the upper Parana Riverbasin: habitat, fisheries, management and conservation. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 10, p.174-186, 2007.
- ALLAN, J. D. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v.35, p.257-84, 2004.
- ARAÚJO, F.G. Adaptação do Índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira Biologia**, v. 58, n. 4, p. 547-558, 1998.
- ARAÚJO, F. G., SANTOS, L.N. Distribution and composition of fish assemblages in Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira Biologia**, v. 61, n. 4, p. 563-576. 2001.
- ARAÚJO, F.G.; FICHBERG, I.; CARVALHO TEIXEIRA PINTO, B.; PEIXOTO, M.G. Preliminary index of Biotic Integrity for monitoring the condition of the Rio Paraíba do Sul, Southeast, **Brazil. Environmental Management**, v. 32, n. 4, p. 516-526, 2003.
- BLOCKSOM, K.A. A performance comparison of metric scoring methods for a multimetric index for Mid-Atlantic highlands streams. **Environmental Management**. v. 31, n. 5, p. 670-682, 2003.
- BRAGA, F.M.S. O estudo de recifes artificiais como atratores de peixes no reservatório de Volta Grande, Rio Grande (MG-SP). **Acta Limnologica brasiliensia**, v. 14, n. 2, p. 65-76, 2002.

- BUSCH, W.D.N. & LARY, S.J. Assessment of habitat impairments impacting the aquatic of Lake Ontario. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** v. 53, n. 1, p. 113-120, 1996.
- CAETANO, C.B.; A variabilidade temporal (sazonal e diurna) como estratégia de coexistência das assembleias de peixes do Reservatório de Lajes, RJ; Dissertação de mestrado defendida na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 74p, 2004.
- CARPENTER, S. R. & LODGE, D. M.; Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. **Aquatic Botany** v. 26, 341–370, 1986.
- CARVALHO, E.D.; SILVA, V.F.B. Aspectos ecológicos da ictiofauna e da produção pesqueira do reservatório de Jurumirim (Alto Rio Paranapanema, São Paulo). In: HENRY R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. 1999.
- CASANOVA, S.M.C.; PANARELLI, E.A.; HENRY, R. Rotifer abundance, biomass, and secondary production after the recovery of hydrologic connectivity between a river and two marginal lakes (São Paulo, Brazil). **Limnologia**, v. 39, p. 292-301, 2009.
- CASTRO, R.M.C.; CASATTI, L; SANTOS, H.F; FERREIRA, K.M; RIBEIRO, A.C; BENINE, R.C; DARDIS, G.Z.P; MELO, A.L.A; ABREU, T.X; BOCKMANN, F.A; CARVALHO, M.; GIBRAN, F.Z. & LIMA, F.C.T.; Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. **Biota Neotropica**. v. 3, n.1: <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN0170301>. 2003.
- CLARKE, K.R.; Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**. v.18, p.117-143, 1993.
- CLARKE, K.R.; WARWICK, R.W. **Change in marine communities : an approach to statistical analysis and interpretation**. United Kingdom : Plymouth Marine Laboratory. 1994.

- CLARKE, K. R. & Gorley R.N.; PRIMER v.6: **User manual/tutorial, PRIMER-E**, Plymouth, UK. 2006.
- CORDIVIOLA DE YUAN, E. Fish populations of lentic environments of the Paraná River. **Hydrobiologia**, v. 237, 159-173, 1992.
- DIAS, A. C. M. I.; BRANCO. W. C.; LOPES, V.G.; Estudo da dieta natural de peixes no reservatório de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. V. 27, n.4. p. 355-364, 2005.
- DUARTE, S; CAETANO C.B; VICENTINI .R.N. & ARAÚJO F. G. Distribuição e abundância relativa de cumbaca *Trachelyopterus striatulus* Steindachner (Osteichthyes, Auchenipteridae) no reservatório de Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira Zoologia**. v.19, n.3, p. 925-933. 2002
- DUARTE, S.; ARAÚJO, F.G. Abundância relativa e distribuição de *Loricariichtys spixii* (Siluriformes, Loricariidae) no reservatório de Lajes, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira Zoologia**. v.19, n.2, p.465-477, 2001.
- ENGQVIST, L. The mistreatment of covariate interaction terms in linear model analyses of behavioural and evolutionary ecology studies. **Animal Behaviour**. v.70, p. 967-971, 2005.
- FISHBASE, Disponível em: <www.fishbase.org>, Acesso em: 20 dezembro 2004.
- FREITAS, C. E. C. & M. PETRERE Jr., Influence of artificial reefs on fish assemblage of the Barra Bonita reservoir (São Paulo, Brazil). **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v.6, p. 273–278, 2001.
- GILLETTE, D. P.; TIEMANN J. S.; EDDS, D. R.; WILDHABER, M. L.; Spatiotemporal patterns of fish assemblage structure in a river impounded by low-head dams. **Copeia**, v. 2005, n. 3, p. 539–549. 2005.

- GÓIS. K. S.; ANTONIO R. R.; GOMES. L. C.; PELICICE F. M.; AGOSTINHO A. A.
The role of submerged trees in structuring fish assemblages in reservoirs: two case studies in South America. **Hydrobiologia**, v. 685, p. 109–119, 2012.
- GOMES, JHC., Dias, A.C.I.M.; and Branco, C.C.. Fish assemblage composition in three reservoirs in the State of Rio de Janeiro. **Acta Limnologica Brasiliensia**. vol. 20, no. 4, p. 373-380, 2008
- GONZALEZ, A.F. Alimentação e ecologia trófica do tucunaré-amarelo *Cichla monoculus* (Six, 1829) no reservatório de Lajes, RJ. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 123 p. 2003.
- GONZALEZ, A.F. Alimentação de duas espécies de peixes carnívoros no Reservatório de Lajes, RJ. **Revista. Universidade Rural, Série. C. Vida. Seropédica**, RJ, EDUR, v. 24, n. 1, p. 161-168, 2004
- HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, Fapesp, Fundibio, 800 p. 1999.
- HENRY, R. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: Conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na represa de Jurumirim. **In: HENRY, R. (Org.). Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos: RIMA, FUNDIBIO**, p. 1-28. 2003.
- HENRY, R., PANARELLI, E. A., CASANOVA, S. M. C. SUIBERTO, M. R. AFONSO, A. A. O. **Interações hidrológicas entre lagoas marginais e o rio Paranapanema na zona de desembocadura na Represa de Jurumirim**. IN: NOGUEIRA, M. G, HENRY, R. JORCIN, A. (Eds). *Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascatas*. São Carlos: RIMA, p. 57-82, 2006.
- KNAEPKENS G, BRUYNDONCX L, COECK J, EENS M. Spawning habitat enhancement in the European bullhead (*Cottus gobio*), an endangered freshwater fish in degraded lowland rivers. **Biodiversity and Conservation**. v.13, p. 2443–2452. 2004.

MARGALEF, R.; Typology of reservoirs. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 19, p. 1841-1848, 1975.

MARGALEF, R.; Information Theory in ecology. **General System**. v3. p. 36-71, 1958.

MATTOS, T.M.; COSTA, M.R. ; PINTO, B.C.T. ; BORGES, J.L.C.; ARAÚJO, F.G. To what extent are the fish compositions of a regulated river related to physico-chemical variables and habitat structure?. **Environmental Biology of Fishes**, v. 96, p.1-10, 2013.

MERONA, B.; VIGOUROUX, R.; TEJERINA-GARRO, F.L; Alteration of fish diversity downstream from Peit-Saut . dam in French. Guiana. Implication of ecological strategies of fish espécies. **Hydrobiologia**, v. 551, p. 33-47, 2005.

NEVES, L. M.; Estrutura e diversidade das assembleias de peixes recifais na baía da Ilha Grande: Importância de variáveis físicas, da estrutura do habitat e variações temporais de curto prazo. Tese de doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 104p.2013.

NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; MARICATTO, F. E. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. **Lakes & Reservoir Research and Management**, v. 4, p. 107-120, 1999.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP. 534p. 1999.

OKUN, N.; MENDONÇA, R. & MEHNER, T. Diel shifts in community composition and feeding of juvenile fishes in the pelagic area of a large shallow lake. **Limnologica**. v, 35, p.70-77, 2005.

OLIVEIRA, E.F & GOULART E. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. **Acta Scientiarum** v. 22(2), p. 445-453, 2000.

- OLIVEIRA, E.F.; GOULART, E.; MINTE-VERA, C.V. Fish diversity along spatial gradients in the Itaipu reservoir, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 3, p. 447-458, 2004.
- OLIVEIRA RIBEIRO, C.A.; FANTA, E.; TURCATTI, N.M.; CARDOSO, R.J.; CARVALHO, C.S. Lethal effects of inorganic mercury on cells and tissues of *Trichomycterus brasiliensis* (Pisces; Siluroidei). **Biocell**. v. 20, n.3, p.171–178, 1996.
- PADIAL, A. A., S. M. Thomaz & A. A. Agostinho, Effects of structural heterogeneity provided by the floating macrophyte *Eichhornia azurea* on the predation efficiency and habitat use of the small Neotropical fish *Moenkhausia sanctaefilomenae*. **Hydrobiologia**. v. 624, p.161–170, 2009.
- PAIVA, M.P.; PETRERE, M. JR.; NEPOMUCENO, F.H.; DE VASCONCELOS, E.A. **Relationship between the number of predatory fish species and fish yield in large north-eastern Brazilian reservoirs**. In: COWX, I.G. (Ed.). Rehabilitation of freshwater fisheries. Fishing News Books, Blackwell Science, p. 120-129. 1994
- PELICICE, F. M., THOMA S. M. & AGOSTINHO. A.A. Simple relationships to predict attributes of fish assemblages in patches of submerged macrophytes. **Neotropical Ichthyology**, v.6, p. 543–550. 2008.
- PIELOU, E.C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological Succession. **Journal of Theoretical Biology**, v.10, p.370-383, 1966.
- PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York, John Wiley & Sons, 1975. 165p.
- PLOSKEY, G. R., 1985. **Impacts of terrestrial vegetation and preimpoundment clearing on reservoir ecology and fisheries in the United States and Canada**. FAO Fisheries Technical Paper No. 285, Rome.
- PUENTE, A.; JUANES, J.A.; GARCIA, A.; ALVAREZ, C.; REVILLA, J.A. Ecological assessment of soft bottom benthic communities in northern Spanish estuaries. **Ecological Indicators**, v.8. p. 373-388, 2008.

- RIBEIRO FILHO, R A. Relações tróficas e limnológicas no reservatório de Itaipu: Uma análise no impacto da biomassa pesqueira nas comunidades planctônicas. **Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos**, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- SACCOL-PEREIRA.A & FIALHO C.B. Seasonal and diel variation in the fish assemblage of a Neotropical delta in southern Brazil. **Iheringia, Sér. Zoologia**. v 100, n.2, p.169-178. 2010.
- SANTOS L. N. Padrões de utilização de estruturas artificiais pela ictiofauna do Reservatório de Lajes, RJ. Rio de Janeiro, 2002. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- SANTOS L. N., ARAÚJO F. D., BROTTTO D.S. Artificial structures as tools for fish habitat rehabilitation in a neotropical reservoir. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 18, p. 896-908, 2008.
- SANTOS, L.N. ; AGOSTINHO, A. A; ALCARAZ, C ; CAROL, J ; SANTOS, A. F. G. N.; Tedesco, P; García-Berthou, E. Artificial macrophytes as fish habitat in a Mediterranean reservoir subjected to seasonal water level disturbances. **Aquatic Sciences**, v. 73, p. 43-52, 2011.
- SANTOS, L.N. ; GARCIA-BERTHOU, E; AGOSTINHO, A.A.; LATINI, J.D. Fish colonization of artificial reefs in a large Neotropical reservoir: material type and successional changes. **Ecological Applications**, v. 21, p. 251-262, 2011.
- SANTOS, M N & MONTEIRO C. C. Comparison of the catch and fishing yield from na artificial reef system and neighboring areas off Faro (South Portugal) . **Fishery Resources**, 39:55-65. 1998.
- SAUNDERS D L.; Meeuwing JJ.; VINCENT A.C.J. Freshwater protected areas: strategies for conservation. **Conservation Biology** 16: 30-41, 2002.

- SEAMAN, W. & A.C. Jensen. Purposes and practices of artificial reef evaluation. In: W. SEAMAN, (ed.). **Artificial reef evaluation: With application to natural marine habitats**. CRC Press, Florida, USA, pp. 1-20, 2000.
- SMITH, W.S.; BARRELLA W.; CETRA M. Comunidades de peixes como indicadora de poluição ambiental. **Revista Brasileira Ecologia**., v.1, p. 67-71, 1997
- SOUSA, R. G. C. & FREITAS, C. E. C. The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the Middle Solimões River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**. v.6, n.2, p. 249-255, 2008.
- TEIXEIRA, A.; FONSECA, T.; OLIVEIRA, J. Melhoria de habitat e repovoamentos piscícolas em rios de aptidão salmonícola do Nordeste de Portugal. *Silva Lusitania [online]*., v.21, n.Especial, p. 185-200. ISSN 0870-6352, 2013
- TERRA FB & ARAÚJO 2011. A Preliminary fish assemblage index for a transitional river-reservoir system in Southeastern Brazil. **Ecological Indicators**. v.11 874-881. (2011)
- THORNTON, W. K. Sedimentary processes. In THORTON.W.K.; KIMMEL, N.L.; PAYNE, F.E. (Eds). **Reservoir Limnology: Ecological Perspectives: Willey-interciense publication**. New York. p.43-69, 1990.
- TONN, W.M. Climate change and fish communities: a conceptual framework. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.119, p. 337-352, 1990
- TOWNSEND, C. R., M. Begon & J. L. Harper,. **Fundamentos em Ecologia**. Artmed editora. Porto Alegre. 2006.
- TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (Ed.). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos, International Institute of Ecology; Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, p.385-410. 1999

TUNDISI, J.G. Limnologia no Século XXI: perspectivas e desafios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 7., 1999, São Carlos. **Conferencia de abertura., São Carlos: IIE, , 24p. 1999a**

TUNDISI, J.G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função a aspectos sociais.** São Carlos, 1999.

WOLTER, C. & FREYHOF, J. Diel distribution patterns of fishes in a temperate large lowland river. **Journal of Fish Biology**, v. 64, p.632-642, 2004.

WINEMILLER, K. O. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. **Environmental Biology of Fishes**, v. 26, p.177-199, 1989.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis.** New Jersey: Prentice-Hall, 1996