

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

A variabilidade temporal (sazonal e diurnal) como  
estratégia de coexistência das assembléias de peixes  
do Reservatório de Lajes, RJ

**Carla de Brito Caetano**

**2004**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

A variabilidade temporal (sazonal e diurnal) como  
estratégia de coexistência das assembléias de peixes  
do Reservatório de Lajes, RJ

**CARLA DE BRITO CAETANO**

Sob a Orientação do Professor

**Francisco Gerson Araújo**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de **Mestre em Ciências** em  
Ciências Ambientais e Florestais

Seropédica, RJ

Julho de 2004

597.09298153

C128v

T

Caetano, Carla de Brito, 1979-

A variabilidade temporal (sazonal e diurnal como estratégia de coexistência das assembléias de peixes do Reservatório de Lajes, RJ / Carla de Brito Caetano. - 2004.

62 f. : il.

Orientador: Francisco Gerson Araújo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.

Bibliografia: f. 58-62.

1. Peixe de água doce - Rio de Janeiro (Estado) - Populações - Teses. 2. Peixe de água doce - Rio de Janeiro (Estado) - Habitat - Teses. 3. Peixe de água doce - Rio de Janeiro (Estado) - Ecologia - Teses. 4. Ecologia dos reservatórios - Rio de Janeiro (Estado) - Teses. I. Araújo, Francisco Gerson, 1945-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

CARLA DE BRITO CAETANO

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais e Florestais

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/07/2004

---

Assinatura

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

---

Assinatura

Gilmar Bastos Santos. Dr. PUC-Mg

---

Assinatura

Evanilde Benedito Cecílio. Dr. FUEM

---

Assinatura

Márcia Cristina Costa de Azevedo. Dr. UFRRJ

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Francisco Gerson Araujo, pelo incentivo, compreensão e também pelo conhecimento adquirido ao longo destes anos de convivência e de orientação.

À amiga Dra. Márcia Cristina de Azevedo, que esteve presente nos momentos decisivos, pela enorme paciência e atenção durante todas as discussões, e principalmente pelas preciosas sugestões.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais e à Prof<sup>ª</sup> Silvia Regina Goi, pela oportunidade de desenvolvimento do projeto.

À Light S/A, pelo suporte dado durante o período de pesquisa, fornecendo a infraestrutura necessária para a realização da mesma. Aos funcionários da Light que acompanharam todas as coletas no reservatório; de forma especial ao Josuel, que sempre colaborou, mesmo antes da realização deste projeto.

A todos os funcionários e ex-funcionários do Laboratório de Ecologia de Peixes, principalmente à Irene, sem a qual não comeríamos na represa, ao Paulo e ao Erasmo, que sempre estavam dispostos a colaborar no que fosse preciso, fosse na coleta ou no laboratório.

Aos colegas André Pessanha, Chico e Marcus auxílio e sugestões nas análises dos dados. À Rosana e Iracema, amigas e companheiras de congresso e luta na reta final. Magna, Benjamin, Marcio, Tati, Bianca, Léo, Hamiton, Silvana, André santista, André niterói, Rodrigo pqd, e aqueles que não estão aqui. A todos os colegas de sofrimento e de alegrias, da graduação ou da pós, pela boa companhia e momentos de tensão “pré-congresso” e “pré-defesa”. Obrigada.

Às amigas que compartilharam os momentos de alegrias e de tristezas durante a minha caminhada nesta Universidade: Camile, Lianna, Larissa e Tatiana. E de uma forma especial à amiga Rafaela, com quem sempre dividi a mesma dúvida quanto ao que fazer de útil com o conhecimento e as mesmas ansiedades no laboratório. A todas pelo carinho e momentos de silêncio.

À Ana Alice, Camila e Germanna, companheiras de trabalho, por terem compreendido em todos os momentos em que precisava me dividir entre trabalho e estudo. E a todos da Transcontrol que, direta ou indiretamente, ajudam-me a crescer profissionalmente.

A todos aqueles que fazem ou fizeram parte da minha vida e que contribuíram para que eu chegasse até aqui. Com um carinho muito grande a uma pessoa que tem feito parte deste período tão importante: Josemar Jr, pela atenção, compreensão e carinho.

À minha mãe Valdicéa e ao Angelo, verdadeiro pai de coração, pelo apoio e incentivo nesta fase decisiva de minha vida acadêmica e profissional e em todos os momentos de minha vida.

E, finalmente, a Deus, a Quem devo a minha vida e todas as conquistas. Muito Obrigada!

## RESUMO

**CAETANO, Carla de Brito. A variabilidade temporal (sazonal e diurnal) como estratégia de coexistência das assembleias de peixes do Reservatório de Lajes, RJ. Seropédica: UFRRJ, 2004. 62p (Dissertação, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais).**

A variação na atividade diária e na sazonalidade das populações que compõem as assembleias de peixes tem sido explicada como mecanismo de viabilizar coexistência em ambientes com recursos limitados. Em reservatórios, especialmente aqueles com pequena contribuição de grandes rios, a modificação do ambiente pelo barramento, resulta no estabelecimento de novas populações adaptadas ao novo ambiente lântico, relativamente fechado, já que os pequenos riachos e ribeirões constituem rotas com baixa probabilidade de migração de peixes; nestes casos os peixes apresentam maior probabilidade de desenvolvimento de mecanismos de ocupações dos nichos disponíveis como a variação temporal. Este trabalho visa determinar a composição da ictiofauna e suas variações em resposta aos ciclos diurnal e sazonal no Reservatório de Lajes, RJ, um ambiente oligotrófico construído nas encosta da serra do mar, pelo barramento de pequenos ribeirões. Adicionalmente, foram testadas influências de variáveis ambientais na ocorrência dos peixes mais abundantes. Os peixes foram coletados com rede de espera, entre setembro/2001 e agosto/2002, com as redes sendo revisadas a cada 3 horas ao longo de um período de 24 horas. Comparações da abundância relativa dos peixes e das variáveis ambientais entre as estações do ano e entre os períodos do ciclo dia/noite (dia, noite e crepusculo=amanhacer e anoitecer) foram realizadas utilizando testes não-paramétricos univariados e padrões foram determinados por análises multivariadas. Um total de 696 indivíduos, pesando 78172,06g, compreendendo 19 espécies, foi capturado nas 64 amostras. As espécies numericamente mais abundantes em ordem decrescente foram *Astyanax paraguayensis*, *Oligosarus hepsetus*, *Trachelyopterus striatulus*, *Metynnis maculatus* e *Geophagus brasiliensis*, representado mais de 58% do total de capturas, e contribuindo cada uma acima de 10% do número, e de 35% de ocorrência nas amostras. Estas espécies abundantes, com exceção de *M. maculatus*, apresentaram significativa ( $p < 0,05$ ) variação diurnal na abundância relativa. As espécies de hábitos noturno/crepuscular foram os Characiformes *A. paraguayensis* e *O. hepsetus* e o Siluriformes *T. striatulus*, enquanto *G. brasiliensis* apresentou hábito diurnal/crepuscular. Sazonalmente, diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram encontradas apenas para *M. maculatus* com picos no verão e menores valores no inverno. As variáveis ambientais analisadas (condutividade, nível da água, oxigênio dissolvido, pH, pluviosidade, profundidade, temperatura e transparência) não apresentaram diferenças ao longo do ciclo dia/noite, embora todas, com exceção da transparência, tenham variado significativamente ( $p < 0,05$ ) no ciclo sazonal. Através das análises multivariadas de ordenação e agrupamento, foram detectados dois tipos de assembleias, uma associada ao período diurnal e outra ao período noturno, porém nenhum padrão sazonal foi detectado; em relação às variáveis ambientais, estas mesmas análises multivariadas indicaram um padrão sazonal bem definido e nenhum padrão ao longo do ciclo dia/noite. Menores diversidades ( $H'$ -Shannon-Wiener), riqueza (D-Margalef), número de espécies e de indivíduos ocorreram durante o período diurnal, em todas as estações do ano. A estratégia de separação diurnal, mais que a sazonal ou as variáveis ambientais, foi o mecanismo utilizado pelas espécies abundantes para coexistirem no Reservatório de Lajes, com a maior parte da comunidade apresentando atividade noturna.

**Palavras chave:** Assembleias de peixes, represas, variação temporal; coexistência.

## ABSTRACT

**CAETANO, Carla de Brito. The temporal variability (seasonal and diurnal) as coexistence strategy of the fish assemblages in the Lajes Reservoir, RJ. Seropédica: UFRRJ, 2004. 62p (Dissertation, Master of Science in Environmental and Forest Sciences).**

Variation in diel activity and seasonality of populations which comprise fish assemblages has been associated to mechanisms to allow coexistence in environments of limited resources. In reservoir, especially those with few large river contribution, the environmental modification caused by the impoundment, results in the development of new populations adapted to the new lentic environment, relatively closed, since the stream hardly are used by as way for fish migration; in such cases, fishes show higher probability to develop mechanisms for occupy the available niches as temporal variation. The study aims to determine the composition of the ichthyofauna and their variation according to diel and seasonal changes in Lajes reservoir, RJ, an oligotrophic environment built in the sea mountains tropical rainforest, by damming small rivers. Additionally, environmental variables influences on fish occurrence were assessed. Fishes were caught by gill nets, between September 2001 and August 2002, with the nets being revised each 3 hours throughout a 24-hour period. Fishes relative abundance and environmental variables were compared among season and diel period (day, sunset, night and sunrise) by using univariate non-parametric tests and patterns were determined by multivariate analyses. A total of 696 individuals, weighting 78172,06g, comprising 19 species, were caught in the 64 sampling. The most numerous species in decreasing order were *Astyanax paraguayae*, *Oligosarus hepsetus*, *Trachelyopterus striatulus*, *Metynnis maculatus* and *Geophagus brasiliensis*, representing more than 58% of the total catches, and contributing each species more than 10% of number, and 35% of occurrence in samples. These abundant species, with exception for *M. maculatus*, showed significant ( $p < 0.05$ ) diel variation in relative abundance. Species of nocturnal/crepuscular activity were the Characiformes *A. paraguayae* and *O. hepsetus* and the Siluriformes *T. striatulus*, while *G. brasiliensis* showed activity during the day/crepuscular. Seasonally, significant ( $p < 0.05$ ) changes were found for *M. maculatus* only, peaking in summer and paucity in winter. The examined environmental variables (conductivity, water level, dissolved oxygen, pH, rainfall, depth, temperature and transparency) did not show difference throughout the diel cycle, although all of them, with exception of transparency, showed significant seasonal variation ( $p < 0.05$ ). Multivariate ordination and clustering showed two fish assemblages, one associated to the day and another to the night, but no seasonal pattern was detected; these multivariate analyses also showed a well defined seasonal pattern and no diel pattern for the environmental variables. The lowest diversity ( $H'$ -Shannon-Wiener), richness (D-Margalef), number of species and individuals occurred during the day in all seasons. Diel variation strategy, rather than seasonal or environmental variables, was the mechanisms used by abundant fish species to coexist in Lajes reservoir, which most part of the community presenting nocturnal activity.

**Key Words:** Fish Assemblages, reservoir, temporal variation; coexistence.

## ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 01.</b> Resultado do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (H) e teste “a posteriori” de Mann-Whitney para comparação das variáveis abióticas entre os horários de coleta e entre as estações do ano, no Reservatório de Lajes, RJ, entre setembro de 2001 e agosto de 2002. N.S.= não significativa; *significativa ( $p<0,05$ ); ** altamente significativa ( $p<0,01$ ); pri= primavera, ver= verão; out=outono, inv=inverno. N=64 amostras.	9
<b>Tabela 02.</b> Relação de espécies capturadas no reservatório entre novembro de 2001 e agosto de 2002, com as respectivas famílias, nomes vulgares e códigos. Famílias, ordenadas segundo Lauder & Liem (1983).	18
<b>Tabela 03.</b> Número de indivíduos a cada horário, total e em porcentagem (%total), porcentagem de Frequência de ocorrência (%FO) e índice de constância para as espécies capturadas no reservatório, entre novembro de 2001 e agosto de 2002. Códigos: D= dia; An= anoitecer; N= noite; Am= amanhecer; FRE= freqüente; ACE= acessória; ACI= acidental.	20
<b>Tabela 04.</b> Sumário da DCA para os dados bióticos no reservatório de Lajes, RJ, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.	28
<b>Tabela 05.</b> Valor dos coeficientes de correlação das espécies mais abundantes com os 2 primeiros eixos da Análise de Correspondência Destendenciada.	31
<b>Tabela 06.</b> Sumário da análise de PCA no reservatório de Lajes, RJ, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.	36
<b>Tabela 07.</b> Sumário da análise de correspondência canônica para os dados bióticos e abióticos do reservatório de Lajes, RJ, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.	39
<b>Tabela 08.</b> Resultado do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (H) e teste “a posteriori” de Mann-Whitney para comparação dos índices de diversidade entre os horários de coleta e entre as estações do ano, no Reservatório de Lajes, RJ, entre setembro de 2001 e agosto de 2002. N.S.= diferença não significativa; *diferença significativa ( $p<0,05$ ); ** diferença altamente significativa ( $p<0,01$ ). D= dia; N= noite; P=primavera; V=verão; O= outono; I= inverno.	47



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01.</b> Imagem de satélite do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para o Reservatório de Lajes.	3
<b>Figura 02.</b> Mapa do reservatório de Lajes, RJ, indicando os locais de coleta, assinalados por um círculo e um *, próximos à barragem.	5
<b>Figura 03.</b> Médias e desvio padrão (linhas verticais) de temperatura nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.	10
<b>Figura 04.</b> Médias e desvio padrão (linhas verticais) de condutividade nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, novembro de 2001 e setembro de 2002.	11
<b>Figura 05.</b> Médias e desvio padrão (linhas verticais) de oxigênio dissolvido nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.	12
<b>Figura 06.</b> Médias e desvio padrão (linhas verticais) de transparência nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.	13
<b>Figura 07.</b> Médias e desvio padrão (linhas verticais) de pH nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.	14
<b>Figura 08.</b> Médias e desvio padrão (linhas verticais) de profundidade nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.	15
<b>Figura 09.</b> Médias e desvio padrão (linhas verticais) de nível da água nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.	16
<b>Figura 10.</b> Médias e desvio padrão (linhas verticais) de pluviosidade mensal acumulada nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.	17
<b>Figura 11.</b> Contribuição percentual do número de indivíduos para as espécies mais abundantes, capturadas no reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.	19
<b>Figura 12.</b> Contribuição percentual do peso total dos indivíduos para as espécies mais abundantes, capturadas no reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.	19

<b>Figura 13.</b> Percentagem da Frequência de Ocorrência (FO) durante o dia, no Reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.	21
<b>Figura 14.</b> Percentagem da Frequência de Ocorrência (FO) durante o anoitecer, no Reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.	21
<b>Figura 15.</b> Percentagem da Frequência de Ocorrência (FO) durante a noite, no Reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.	22
<b>Figura 16.</b> Percentagem da Frequência de Ocorrência (FO) durante o amanhecer, no Reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.	22
<b>Figura 17.</b> Variação da abundância das espécies durante a primavera, em percentagem, ao longo dos horários estipulados, no reservatório de Lajes, RJ. N= 287.	24
<b>Figura 18.</b> Variação da abundância das espécies durante o verão, em percentagem, ao longo dos horários estipulados, no reservatório de Lajes, RJ. N= 148.	25
<b>Figura 19.</b> Variação da abundância das espécies durante o outono, em percentagem, ao longo dos horários estipulados, no reservatório de Lajes, RJ. N=110.	26
<b>Figura 20.</b> Variação da abundância das espécies durante o inverno, em percentagem, ao longo dos horários estipulados, no reservatório de Lajes, RJ. N= 108.	27
<b>Figura 21.</b> Diagrama de ordenação dos dois primeiro eixos do DCA sobre a distribuição das espécies, com as amostras codificadas por horário no Reservatório de Lajes, RJ.	29
<b>Figura 22.</b> Diagrama de ordenação dos dois primeiro eixos do DCA sobre a distribuição das espécies, com as amostras codificadas por estação do ano no Reservatório de Lajes, RJ.	30
<b>Figura 23.</b> Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie <i>A. parahybae</i> .	31
<b>Figura 24.</b> Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie <i>A. bimaculatus</i> .	32
<b>Figura 25.</b> Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie <i>G. brasiliensis</i> .	32
<b>Figura 26.</b> Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie <i>O.hepsetus</i> .	33

- Figura 27.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *T. rendalli*. 33
- Figura 28.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *M. maculatus*. 34
- Figura 29.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *C. monoculus*. 34
- Figura 30.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *L. spixii*. 35
- Figura 31.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *H. affinis*. 35
- Figura 32.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *T. striatulus*. 36
- Figura 33.** Diagrama do agrupamento da PCA das amostras por horário no Reservatório de Lajes, RJ. d=dia; an=anoitecer; n= noite; am= amanhecer. 37
- Figura 34.** Diagrama do agrupamento da PCA das amostras por estação do ano no Reservatório de Lajes, RJ. P= primavera; V= verão; O= outono; I= inverno. 38
- Figura 35.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica sobre a abundância das espécies de peixes e variáveis ambientais em amostras codificadas pelo ciclo dia/noite no Reservatório de Lajes, RJ. D= dia; An= anoitecer; N= noite; Am= amanhecer. 40
- Figura 36.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica sobre a abundância das espécies de peixes e variáveis ambientais em amostras codificadas pelo ciclo estação do ano no Reservatório de Lajes, RJ. P= primavera; V= verão; O=outono; I= inverno. 41
- Figura 37.** Dendograma da análise de agrupamento (modo-Q) dos dados de abundância numérica das 19 espécies capturadas no Reservatório de Lajes, codificadas conforme o horário de coleta, onde 1=dia, 2=anoitecer, 3=noite e 4=amanhecer, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 42
- Figura 38.** Dendograma da análise de agrupamento (modo-Q) dos dados de abundância numérica das 19 espécies capturadas no Reservatório de Lajes, codificadas conforme a estação do ano, onde 1=primavera, 2=verão, 3=outono e 4=inverno, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 43
- Figura 39.** Dendograma da análise de agrupamento (modo-Q) dos fatores ambientais no Reservatório de Lajes, codificadas conforme o horário de coleta, onde 1=dia, 2=anoitecer, 3=noite e 4=amanhecer, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 44

- Figura 40.** Dendograma da análise de agrupamento (modo-Q) dos fatores ambientais no Reservatório de Lajes, codificadas conforme a estação do ano, onde 1=primavera, 2=verão, 3=outono e 4=inverno, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 54
- Figura 41.** Dendograma da análise de agrupamento (modo-R) dos dados de abundância numérica das espécies mais abundantes coletadas no Reservatório de Lajes, codificadas pelas espécies, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. Astp = *A. parahybae*; Tras = *T. striatulus*; Olih = *O. hepsetus*; Tiltr = *T. rendalli*; Lors = *L. spixii*; Astb = *A. bimaculatus*; Hipa = *H. affinis*; Geob = *G. brasiliensis*; Cicm = *C. monoculus*; Metm = *M. maculatus*. 46
- Figura 42.** Médias e erros padrões (barras verticais) do número de indivíduos por estações do ano e por horários de coleta, no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 47
- Figura 43.** Médias e erros padrões (barras verticais) do número de espécies nas estações do ano e por horários de coleta, no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 48
- Figura 44.** Médias e erros padrões (barras verticais) do índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) nos horários de coleta e nas estações do ano no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 49
- Figura 45.** Médias e erros padrões (barras verticais) de Riqueza de Margalef (D) nos horários de coleta e nas estações do ano no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 50
- Figura 46.** Médias e erros padrões (barras verticais) da Equitabilidade (J) nos horários de coleta e nas estações do ano no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 51
- Figura 47.** Médias e erros padrões (barras verticais) do índice de Diversidade de Simpson (SI) nos horários de coleta e nas estações do ano no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. 52

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>3</b>
2.1. Área de Estudo	3
2.2. Programa de Amostragem	5
2.3. Tratamento dos Dados	6
2.4. Análise Estatística	6
2.4.1. Univariada	7
2.4.2. Multivariada	7
2.4.3. Índices de Diversidade	8
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>9</b>
3.1. Variáveis abióticas	9
3.2. Composição da Ictiofauna	17
3.3. Variação diurna na ocorrência das espécies mais frequentes	20
3.4. Variação diurna e sazonal	22
3.5. Análise Multivariada	28
3.5.1. DCA	28
3.5.2. PCA	36
3.5.3. CCA	39
3.5.4. Análise de Agrupamento	42
3.6. Índices de Diversidade	46
<b>4. DISCUSSÃO</b>	<b>53</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>57</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As espécies de peixes para coexistir e evitar competição, bem como para melhor utilizar os recursos disponíveis, desenvolvem, ao longo de suas histórias evolutivas, adaptações ao ambiente (Vari & Malabarba, 1998; Lowe-McConnel, 1999). Dentre estas adaptações, destaca-se a separação temporal, traduzida por picos sazonais de ocorrência. Muitas vezes os pulsos reprodutivos ou movimentos cíclicos anuais, entre áreas de crescimento/alimentação e áreas de reprodução, ou mesmo atividades diárias (ciclo diurnal), são comportamentos que otimizam seu investimento energético na busca de alimento, com menor risco de perdas, tais como evitação de predadores. Estas variações temporais são importantes fatores que influenciam os padrões de abundância das espécies, composição e estrutura da comunidade (Methven et al, 2001).

Informações sobre variações sazonais e diurnais da ictiofauna em reservatórios podem servir de base para o manejo dos recursos deste sistema, bem como para traduzir sua qualidade ambiental, uma vez que existe uma expectativa, característica de cada região, de composição e abundância relativa para a ictiofauna. Variações nesta expectativa podem indicar efeitos de impactos ocorridos (Angermeir & Karr 1984; Lowe-McConnel, op. cit.). Tais variações são de maior relevância quando estes ambientes são relativamente fechados, sem a influência de grandes entradas de rios ou saídas de fluxos de água, através dos quais os peixes teriam caminhos migratórios, e a variação espacial seria assim mais uma variável a ser considerada.

Neste sentido, o reservatório de Lajes, por se situar nas vertentes da Serra do Mar e por ter sido formado pelo desvio ou pela afluição de pequenos tributários, constitui-se em um sistema relativamente isolado (LIGHT/IESA, 1991), onde a variação temporal poderia funcionar como importante estratégia de coexistência das espécies que se desenvolveram após a formação daquele ambiente. Adicionalmente, o reservatório de Lajes é um ambiente oligotrófico, com águas claras e transparentes ao longo de todo o ano (FEEMA, 1998; LIGHT/UNIRIO, 2003), com acentuadas variações diárias do fotoperíodo propiciando, portanto, condições favoráveis para o estudo das variações diurnais.

Variações das características ambientais da água em função da temperatura, pH, oxigênio dissolvido e nível de água, juntamente com as interações bióticas, como competição por alimento e predação, podem ter grande influência no sucesso das populações de peixes, portanto na sua sobrevivência, resultando em flutuações na abundância dos indivíduos e, conseqüentemente, na distribuição das comunidades no tempo e no espaço (Mérigoux & Ponton, 1999).

Em Ribeirão das Lajes, um dos mais antigos reservatórios do Brasil construído para produção de energia hidrelétrica, as variações do nível da água seguem a estratégia de utilização do manancial pelas usinas e é diferenciado do ciclo sazonal da pluviosidade, com cotas mais elevadas ocorrendo cerca de dois a três meses após o pico da pluviosidade na área, e níveis mais baixos também ocorrendo dois a três meses após as menores intensidades de chuvas (LIGHT/IESA, 1991). Este descompasso pode ser uma importante variável na adaptação dos processos fisiológicos e ecológicos das espécies neste ambiente, formado e controlado por ações antrópicas, podendo refletir-se tanto nas variações sazonais, como nas atividades rítmicas diárias. Nestes casos, os organismos precisam se adequar às mudanças no ambiente através de adaptações e processos de seleção natural (Maciel, 1995).

A atividade diária do peixe é normalmente sincronizada com a alternância de claro e escuro, no período de 24 horas (Müller, 1978). Esse comportamento permite variações na comunidade, onde as mudanças de incidência da luz e de temperatura influenciam na estratégia de obtenção de alimento, nas respostas metabólicas, nos hábitos alimentares e reprodutivos e na proteção contra predadores. Assim, muitos peixes têm sido classificados como diurnos ou noturnos (Hobson, 1965).

Ritmos diários foram observados em muitas espécies, relacionados a mudanças cíclicas de diversos fatores ambientais (Barthem, 1987; Marshall & Ryan, 1987; Gelwick & Matthews, 1990; Godinho et al, 1998; Winemiller et al, 2000). Mudanças na estrutura da comunidade de peixes, no ciclo dia e noite, foram observadas por diversos autores, como por exemplo, Hobson (1965, 1972), Halboth (1995), Rocha (1997) e Pessanha (2000). Esses autores evidenciaram variações nos padrões temporais das comunidades amostradas, relacionando-as ao fotoperíodo. Entretanto, a maioria dos trabalhos desenvolvidos referem-se a ambientes marinhos, onde a variação espacial pode ser uma variável interativa, confundido os resultados das análises temporais.

Variações sazonais na ictiofauna de água doce de ambientes represados foram descritas por Agostinho & Gomes (1997) e Toledo (1983), porém não foi detectado nestes estudos significativas influencias do ciclo dia/noite na abundância relativa das espécies. Britski et al (1984) e Schaefer (1998) reportam que a ictiofauna de ambientes de água doce Neotropical é dominada por Characiformes e Siluriformes, os primeiros apresentando atividade predominantemente diurna, enquanto que os últimos, atividade noturna.

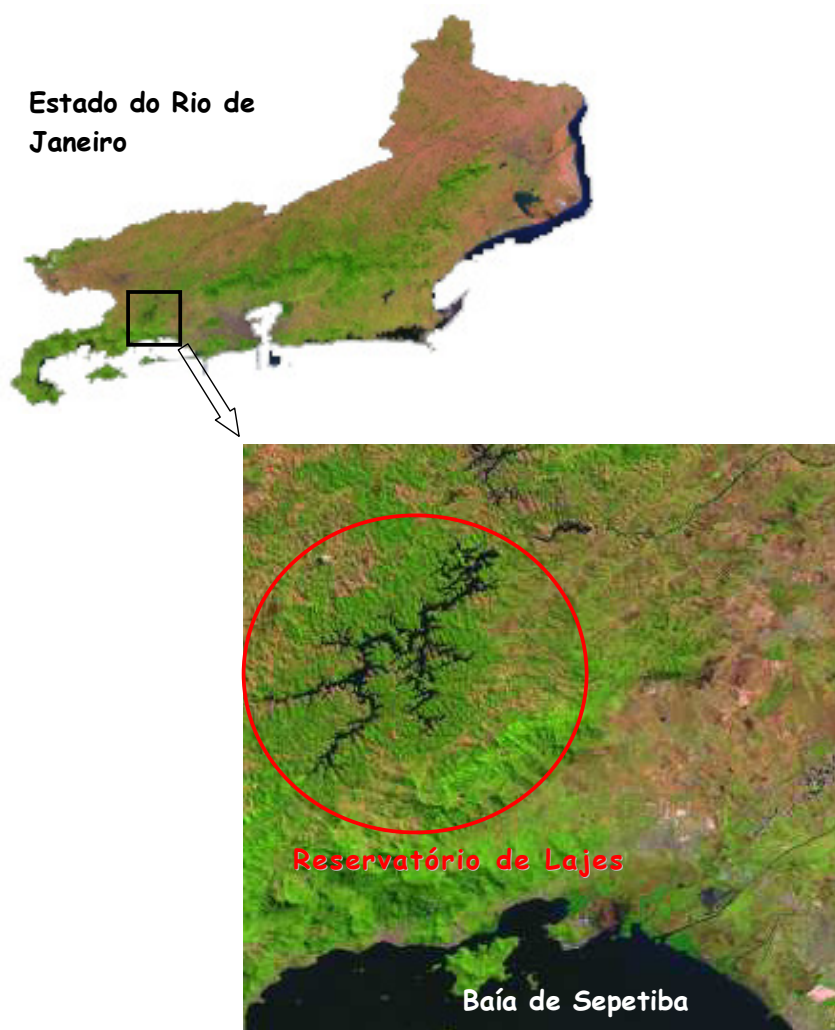
Variação sazonal e espacial na abundância de peixes no reservatório de Lajes foram sugeridas por Araújo e Santos (2001). Uma abordagem mais abrangente das variações nas assembleias de peixes é apresentada no presente estudo. Visa-se testar a hipótese de que as espécies mais abundantes utilizam a segregação temporal, mais precisamente os picos de ocorrência sazonais, e a variação na atividade diária como estratégia para coexistência neste ambiente relativamente fechado. Como questões a serem respondidas, são levantados os seguintes pontos: as espécies abundantes apresentam os mesmos períodos sazonais de picos de abundância? Quais espécies apresentam maior sobreposição ou separação na atividade diária? O padrão noturno de atividade para os peixes Siluriformes, e diurno para os Characiformes é confirmado no reservatório de Lajes? Existem indicações de que espécies divergem do padrão de variação temporal esperado neste ambiente fechado, como resultados de condicionantes ambientais, especialmente do regime diferenciado cheia/seca e da temperatura, ou de interações bióticas, como evitação de encontro presa/predador ou competição por interferência?

A partir deste conhecimento, poderão ser detectadas variabilidades como reflexo da qualidade ambiental, quer da diversidade de habitats, quer da qualidade da água do reservatório, como condicionantes ambientais e bióticas para o desenvolvimento da ictiofauna. Conseqüentemente tais informações poderão servir de subsídios para medidas de manejo que visem a exploração racional destes recursos e favoreçam o uso sustentado e a conservação dos estoques naturais de peixes. Além da avaliação dos impactos ocorridos, e a aplicação de medidas que mitiguem seus efeitos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

O reservatório de Lajes é um dos maiores ambientes de águas represadas do estado do Rio de Janeiro e está localizado nas vertentes da Serra do Mar ( $22^{\circ}42'$ - $22^{\circ}50'S$ ;  $43^{\circ}53'$ - $44^{\circ}05'W$ ) nos municípios de Piraí e Rio Claro, com sua barragem distando cerca de 80 km da cidade do Rio de Janeiro (Figuras 01 e 02).



Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite

**Figura 01.** Imagem de satélite do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para o Reservatório de Lajes.

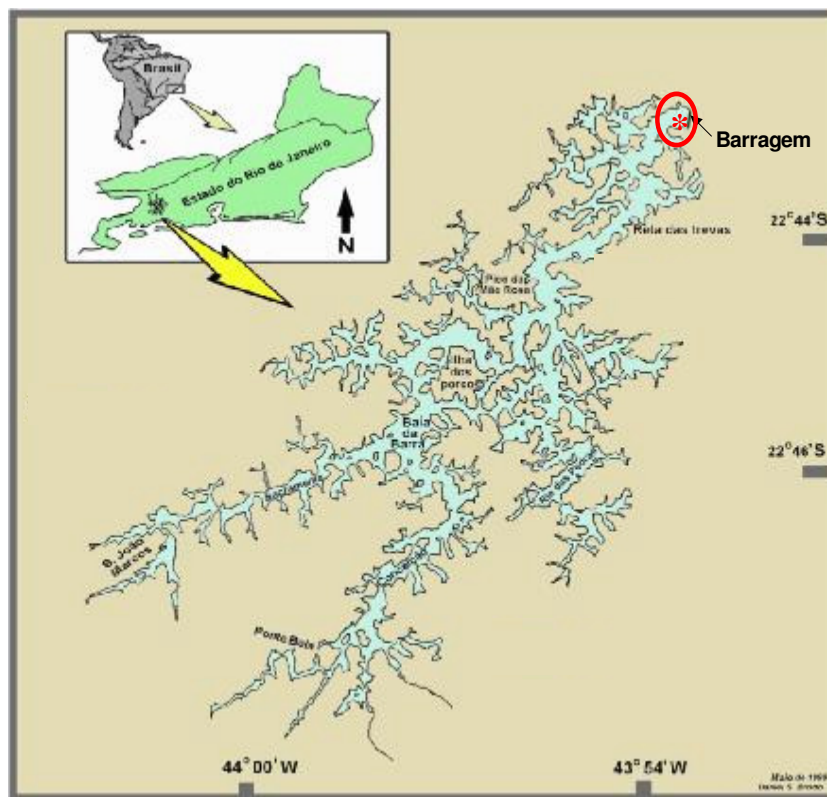


O reservatório, que barrou a parte alta do ribeirão das Lajes, tem como principal afluição de água o desvio de parte do rio Piraí com fluxo médio de 18 m<sup>3</sup>/seg, além de riachos e ribeirões de menor contribuição, como do rio da Prata e do ribeirão do Pires, e outros riachos formados nas zonas serranas adjacentes, todos estes somando cerca de somente 8m<sup>3</sup>/seg. Possui cerca de 30 km<sup>2</sup> de espelho líquido superficial em sua quota de 415 m acima do nível do mar. A área total da bacia de drenagem é de 305 km<sup>2</sup> com volume armazenado de 450.000.000 m<sup>3</sup>, profundidade média de 15 m, comprimento máximo de 30 km e largura máxima de 5 km (LIGHT/IESA, 1991).

O reservatório foi construído há cem anos, com o objetivo de gerar energia elétrica a fim de atender demanda do Rio de Janeiro, então capital do país, e de áreas adjacentes. Além da geração de energia, o reservatório de Ribeirão das Lajes contribui para o abastecimento de água potável do município do Rio de Janeiro, através da Estação de Tratamento do Guandu, exercendo também a função de reserva estratégica em caso de impedimento na captação das águas do rio Paraíba do Sul. Suas águas são descritas como classe especial, de elevada qualidade e pureza, recebendo apenas tratamento simples por cloro antes de serem distribuídas à população (LIGHT/IESA, op. cit.).

A região montanhosa em que o reservatório foi construído foi uma das primeiras regiões a ser atingida pelo ciclo cafeeiro, no final no século XVIII. No entanto, a exploração do café já tinha declinado na época da instalação do reservatório, isso em grande parte pela exaustão dos solos, consequência de práticas agrícolas inadequadas. O desenvolvimento energético da região foi um fator favorável ao crescimento econômico do local (LIGHT/IESA, op. cit.).

Originalmente, a região consistia em um ecossistema formado por floresta pluvial tropical, fazendo parte da Mata Atlântica. A vegetação exuberante era composta por estratos arbóreos, arbustivo e herbáceo, com espécies como a peroba, o jacarandá, o ipê, além, de epífitas e trepadeiras. Atualmente, o reservatório é uma das poucas áreas onde a vegetação permanece preservada, predominando mata secundária em diversos estágios de evolução (LIGHT/IESA, op. cit.).



**Figura 02.** Mapa do reservatório de Lajes, RJ, indicando os locais de coleta, assinalados por um círculo e um \*, próximos à barragem.

## 2.2. Programa de Amostragem

No período de novembro de 2001 a agosto de 2002, foram realizadas 8 excursões ao reservatório (novembro, dezembro, fevereiro, março, abril, maio, julho e agosto), quando foram realizadas as pescarias experimentais. Foram utilizadas redes de espera, com inspeção das mesmas a cada 3 horas, ao longo do ciclo de 24 horas, para retirada dos peixes. As amostras foram sempre realizadas em uma mesma localidade, nas proximidades da barragem (Figura 02), utilizou-se 12 redes de espera, com comprimento padronizado de 30,0 m, altura de 2,5 m e malhas variando de 2,0 a 7,0 cm de distância entre nós opostos. Tal variação visou amostrar de maneira mais abrangente a ictiofauna, capturando assim várias espécies, tanto adultos quanto juvenis.

Os exemplares capturados foram imediatamente acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados, e acondicionados em gelo, com posterior transporte para laboratório, onde foi feita a identificação, e obtenção do comprimento total (CT) em milímetros (da ponta do focinho a uma perpendicular que passa pela extremidade do lobo mais distal da nadadeira caudal) e do peso total (PT), expresso em grama. Parte dos indivíduos foi posteriormente fixada em formalina 10%, após 24 horas transferida para álcool 70% e depositada na coleção de referência do museu ictiológico do Laboratório de Ecologia de Peixes da UFRRJ.

Em cada amostragem foi feita a tomada das variáveis ambientais de temperatura da água, condutividade, oxigênio dissolvido, transparência e pH, todos na superfície, além da profundidade, nível da água e pluviosidade. As amostras das variáveis ambientais foram feitas em triplicatas, em cada inspeção de rede. A temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), a condutividade ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), o oxigênio dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) e o pH foram tomados por um multissensor digital, provido com eletrodo, do tipo Horiba, modelo U-10; a transparência (m) foi medida através de um disco de Secchi e a profundidade, na área de colocação das redes (m), com o auxílio de um profundímetro. Informações do nível da água da represa (m) e pluviosidade (mm) foram fornecidas pelo departamento de Meio Ambiente da LIGHT.

### 2.3. Tratamento dos Dados

A abundância relativa, em número e peso, e a frequência de ocorrência para cada espécie foram determinadas, visando caracterizar a estrutura das assembléias de peixes. A abundância relativa foi estimada através das CPUEs (Captura por Unidade de Esforço), definindo-se como unidade amostral o total de indivíduos capturados pelo conjunto de duas redes de malha pequena (2 a 3 cm de distância entre nós opostos), duas redes de malha média (4 a 5 cm de distância entre nós opostos) e duas redes de malha grande (6 a 7 cm de distância entre nós opostos). A cada 3 horas, toda a bateria de redes foi observada, e os peixes capturados retirados visando realizar as comparações diurnais.

As comparações sazonais foram feitas através do seguinte agrupamento dos meses amostrados: Primavera (novembro e dezembro), Verão (fevereiro e março), Outono (abril e maio) e Inverno (julho e agosto). O ciclo dia/noite foi estudado pelo agrupamento das amostras em 4 períodos: dia (09:00, 12:00 e 15:00h), anoitecer (18:00h), noite (21:00, 00:00 e 03:00h) e amanhecer (06:00h); o crepúsculo compreende os períodos anoitecer e amanhecer (18:00 e 06:00h).

A frequência de ocorrência foi obtida através do índice de constância (C), adaptado de Dajoz (1983), pela fórmula:  $C=(P/N)\cdot 100$ , onde P= nº de coletas contendo uma dada espécie; N= nº total de coletas efetuadas. As espécies foram classificadas dentro das seguintes categorias:

- Constantes (CON) – presentes de 75% a 100% das capturas;
- Frequentes (FRE) – presentes de 50% a 74,9% das capturas;
- Acessórias (ACE) – presentes de 25% a 49,9% das capturas;
- Acidentais (ACI) – presentes em menos de 24,9% das capturas.

### 2.4. Análises estatísticas

A análise dos padrões temporais (diurnais e sazonais) das assembléias de peixes bem como das análises ambientais foi feita através da utilização de métodos estatísticos univariados (teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do teste “a posteriori” Mann-Whitney) e multivariados (técnicas de agrupamento e de ordenação).

Previamente às análises estatísticas uni e multivariadas, todos os dados, sofreram transformação logarítmica ( $\log_{10} x + 1$ ), onde  $\log_{10}$  é o logaritmo na base 10 e  $x$  é o valor não transformado. Este procedimento foi feito visando diminuir o efeito das espécies muito abundantes, amenizar os efeitos da variabilidade intrínseca dos dados e diminuir as diferenças entre as diferentes unidades das variáveis ambientais.

#### **2.4.1. Univariadas**

Para comparação das abundâncias relativas dos peixes e das variáveis ambientais entre os fatores temporais sazonais (estações do ano) e diurnais (horários do ciclo dia/noite) foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, que compara as posições ou *ranks* dos valores das variáveis, ao nível de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ), seguido do teste não-paramétrico “a posteriori” de Mann-Whitney, que compara os grupos dois a dois, toda vez que a hipótese nula foi rejeitada. Optou-se pela utilização de testes não paramétricos uma vez que a maioria dos dados não atendeu aos requisitos de normalidade e de homocedasticidade, mesmo após transformação logarítmica ( $\text{Log}_{10}x + 1$ ), onde  $x$  é o valor não transformado (Sokal & Rohlf, 1998).

#### **2.4.2. Multivariadas**

##### **Análise de Agrupamento**

A Análise de Agrupamento foi utilizada para detectar eventuais grupos de amostras (modo Q) ou variáveis (modo R) que evidenciassem padrões de similaridade intragrupos, baseando-se nas abundâncias relativas da ictiofauna. Foi utilizado nestas análises o método de Ward (Variância Mínima) por formar grupos bem definidos e mais compactos. Este método utiliza a análise de variância para determinar a distância entre os grupos (Valentin, 2000). Como medida, foi utilizada a distância de Bray-Curtis (Cliford & Stevenson, 1975). Os resultados foram apresentados através do diagrama hierárquico de relações entre as unidades (dendograma). Utilizou-se o programa FITOPAC, desenvolvido pelo Dr George Shepard da Universidade de Campinas.

##### **Análises de Ordenação**

As técnicas de ordenação têm como objetivo ordenar objetos ao longo de novos eixos, conforme as semelhanças, buscando padrões nas relações entre as variáveis. Uma técnica muito utilizada é a Análise dos Componentes Principais (PCA), que estabelece a variação dos dados ao longo de um eixo, informando sobre as semelhanças ecológicas das amostras, onde o primeiro eixo representará a maior parte da variação dos dados, seguido pelo segundo, e assim por diante (Valentin, 1995). Esta análise foi utilizada para as variáveis ambientais, uma vez que é a mais aconselhada para detectar e tornar independentes variáveis correlacionadas, mesmo em uma estreita faixa de variação.

Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) é uma técnica de ordenação baseada na análise de correspondência das amostras e das espécies (Hill, 1973; Hill & Gauch, 1980). DCA foi utilizada para explorar os padrões de distribuição das espécies, uma vez que se baseia nas proporções relativas das espécies e atende as características unimodais deste tipo de dados.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Ter Braak, 1986) foi utilizada para detectar as influências das variáveis ambientais nos padrões de ocorrência das assembleias de peixes. Esta técnica demonstra como as espécies respondem simultaneamente a vários fatores ambientais, por ser uma combinação das técnicas de ordenação cujos eixos principais são regredidos em função das variáveis ambientais através de técnicas de regressões múltiplas. O resultados são apresentados em diagramas “tri-plot” onde podem ser avaliadas as espécies, as amostras (estações do ano/períodos do dia) e as variáveis ambientais, possibilitando assim a investigações destas relações.

Para a PCA e DCA foi utilizado o programa “PC-ORD for Windows” (versão 3.12). Já a CCA foi feita no “CANOCO for Windows” (versão 4.0).

### 2.4.3. Índices de Diversidade

Quatro índices de diversidade, bem como o número de espécies e o número de indivíduos por amostra (CPUE) foram utilizados visando investigar mais detalhadamente a composição e estrutura das assembleias de peixes, através da diversidade e da distribuição dos indivíduos entre as espécies (Odum, 1983), nas análises sazonais e diurnais.

➤Diversidade de Shannon-Wiener (H')

$$H' = - \sum (pi)(\log_{10} pi)$$

onde  $pi$ = probabilidade de importância para cada espécie

➤Riqueza de Espécies de Margalef (D)

$$D = (S-1) / \log_{10} (N)$$

onde S= número de espécies na amostra e N= número de indivíduos da amostra

➤Equitabilidade (J)

$$J = H' / (\log_{10} S)$$

onde H= índice de Shannon-Wiener e S= número de espécies

➤Diversidade de Simpson (SI)

$$SI = \sum (n_i (n_i - 1) / N (N - 1))$$

onde  $n_i$  = número de espécies na amostra e N= número total de indivíduos na amostra.

Para o cálculo dos índices de diversidade, utilizou-se sempre a transformação logarítmica na base 10, conforme citado anteriormente. Também, a exemplo da abundância das espécies e dos parâmetros ambientais, foram feitas comparações destas variáveis entre os períodos do ciclo diurno e entre as estações do ano, utilizando o teste de Kruskal-Wallis seguido do teste “a posteriori” de Mann-Whitney.

### 3. RESULTADOS

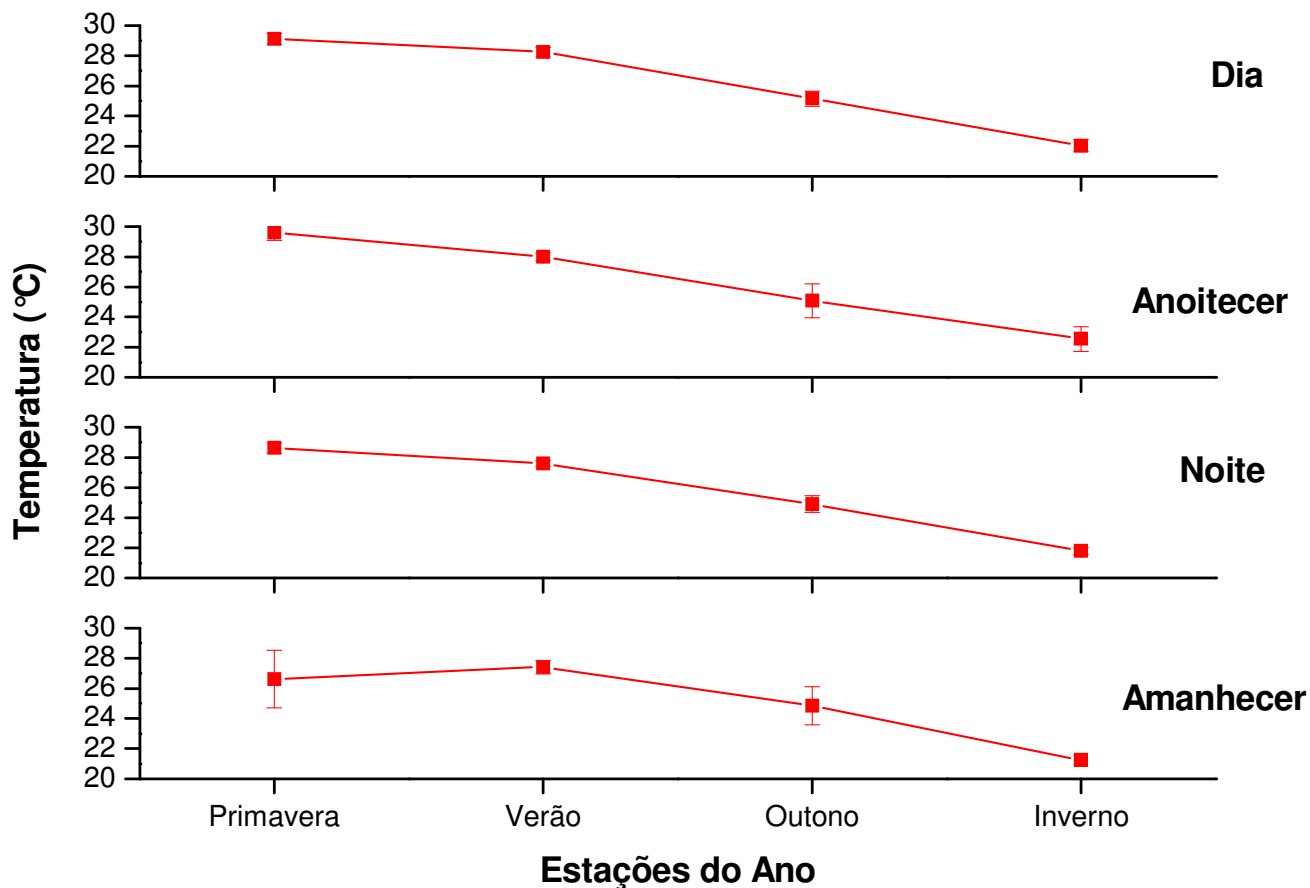
#### 3.1. Variáveis abióticas

No ciclo diário (dia, anoitecer, noite, amanhecer) não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das variáveis analisadas. Por outro lado, as variáveis examinadas, com exceção da transparência, apresentaram significativas variações ao longo do ciclo sazonal (Tabela 01).

**Tabela 01.** Resultado do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (H) e teste “a posteriori” de Mann-Whitney (U) para comparação das variáveis abióticas entre os horários de coleta e entre as estações do ano, no Reservatório de Lajes, RJ, entre setembro de 2001 e agosto de 2002. ns = não significativa; \*significativa ( $p < 0,05$ ); \*\* altamente significativa ( $p < 0,01$ ); pri= primavera, ver= verão; out=outono, inv=inverno. N=64 amostras.

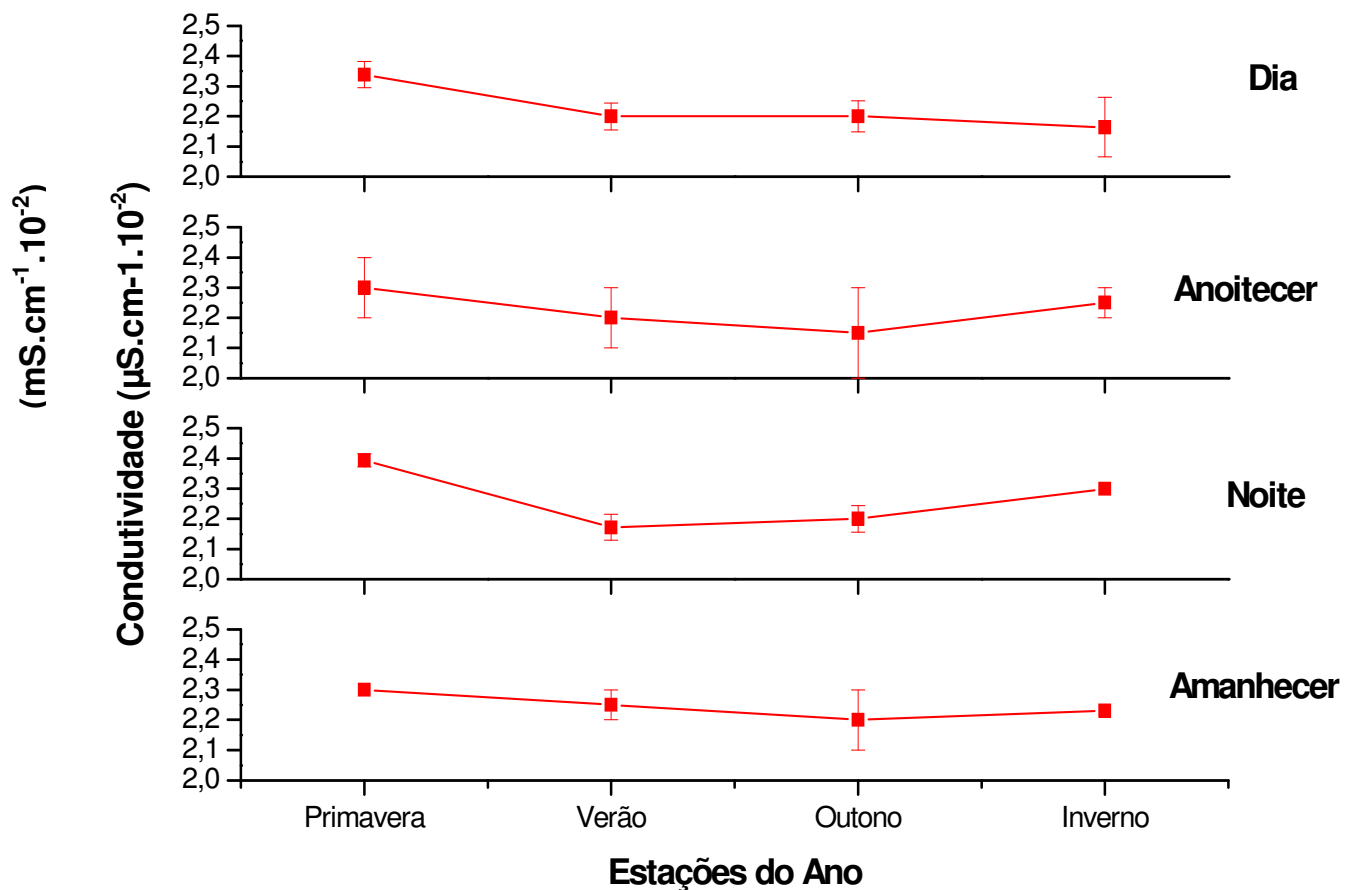
	Horário de coleta		Estação do ano	
	H	U	H	U
Temperatura	ns	-	56,50**	pri > ver > out > inv
Condutividade	ns	-	39,85**	pri > inv > out, ver
Oxigênio Dissolvido	ns	-	33,50**	pri > ver, inv > out
Transparência	-	-	ns	-
pH	ns	-	11,00**	pri, ver > out, inv
Profundidade	-	-	9,00*	pri, inv > out, ver
Nível da água	-	-	64,00**	out > ver > inv > pri
Pluviosidade	-	-	32,00**	pri, ver > inv > out

A temperatura não apresentou diferenças significativas diurnais para todos as estações do ano, porém uma variação sazonal foi bem marcada, com maiores valores médios na primavera-verão (27-29°C) e menores no inverno (22-24°C) (Figura 03).



**Figura 03.** Médias e desvio padrão (linhas verticais) de temperatura nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.

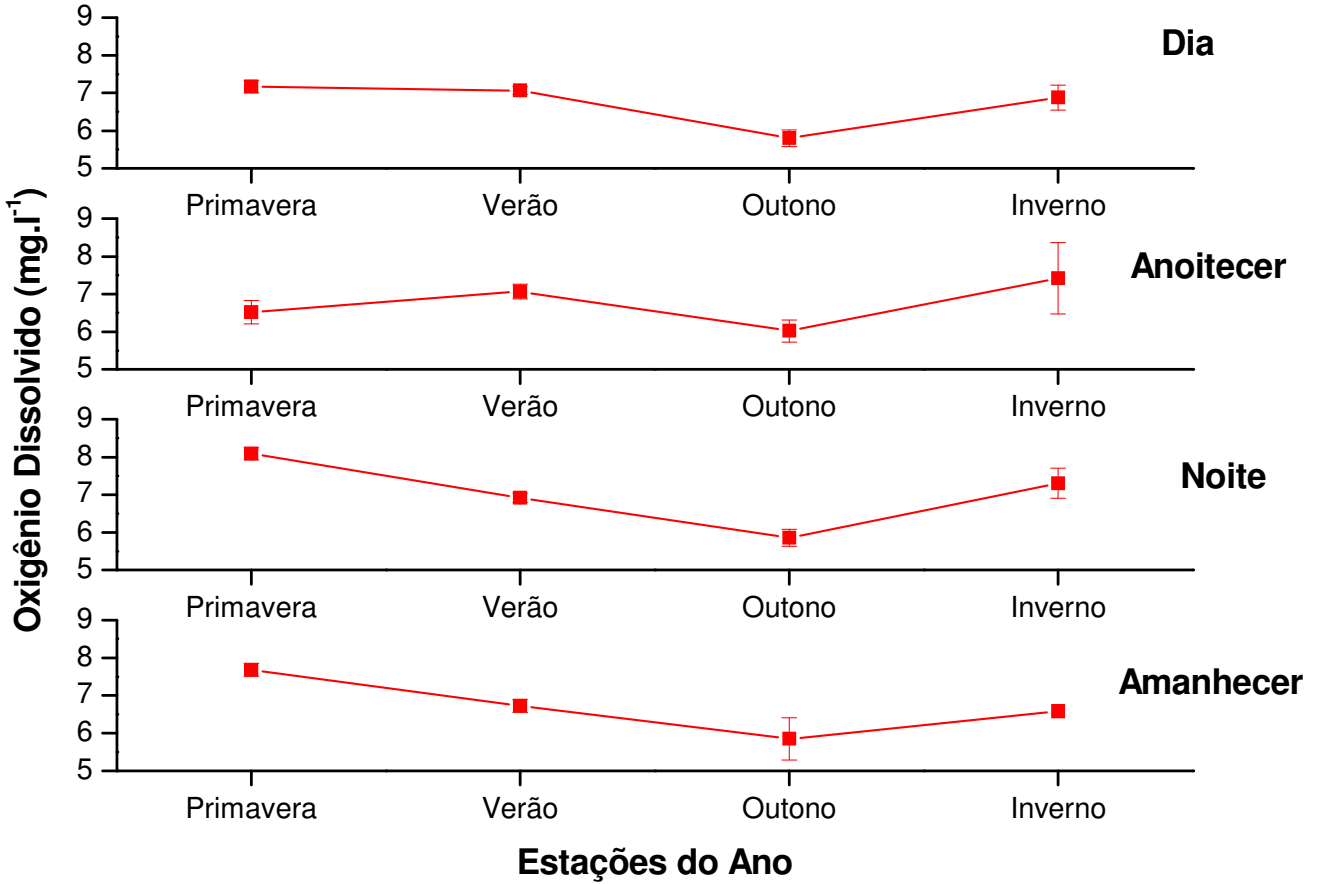
A condutividade variou entre um máximo de 0,024 mS/cm e um mínimo de 0,022 mS/cm com os maiores valores sendo registrados na primavera e os menores no outono. Embora diferenças ao longo do ciclo dia/noite não tenham sido significativas, um padrão de variação pode ser observado somente no inverno, com menores valores durante o dia, elevando-se do anoitecer até o amanhecer (Figura 04).



**Figura 04.** Médias e desvio padrão (linhas verticais) de condutividade nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, novembro de 2001 e setembro de 2002.

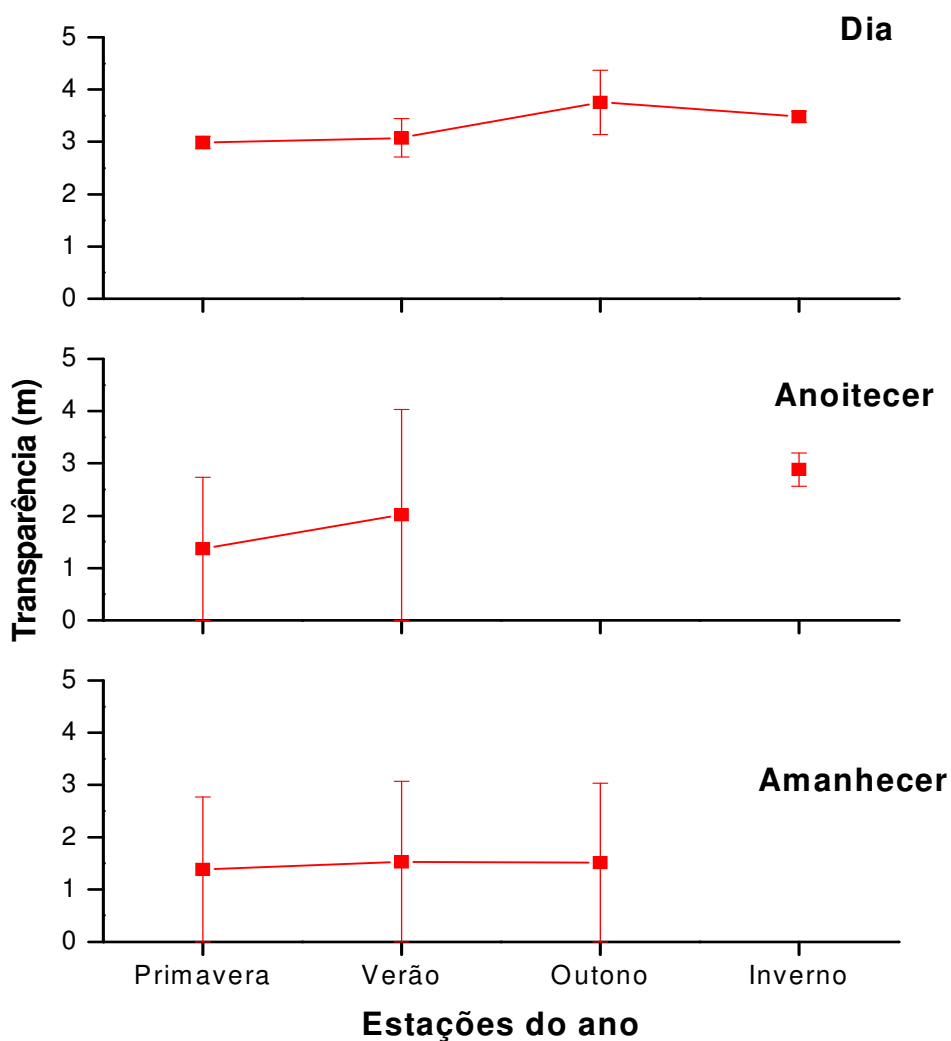
Para o oxigênio dissolvido, os maiores valores foram observados durante a primavera-verão e os menores no outono, com médias variando entre 8,6 mg.l<sup>-1</sup> e 5,0 mg.l<sup>-1</sup>, respectivamente, apresentando diferenças altamente significativas entre as estações do ano (Figura 05, Tabela 01).





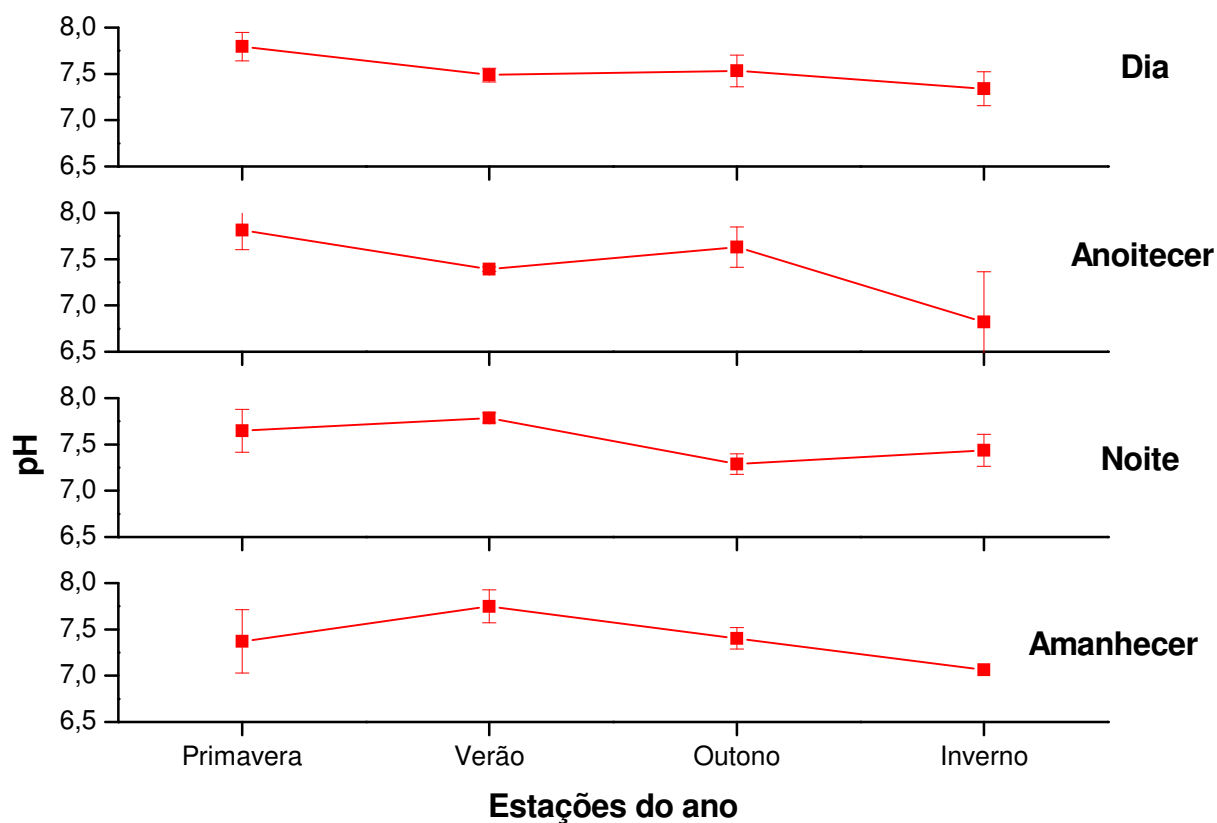
**Figura 05.** Médias e desvio padrão (linhas verticais) de oxigênio dissolvido nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.

Para transparência não foram encontradas diferenças significativas para a análise diurna nem para a sazonal. Entre as estações do ano, os maiores valores foram registrados no verão, e os menores no outono (Figura 06). Durante o dia foram registrados os maiores valores para transparência, enquanto que durante o anoitecer e o amanhecer foram registrados os menores valores; não tendo sido considerado os horários sem luminosidade.



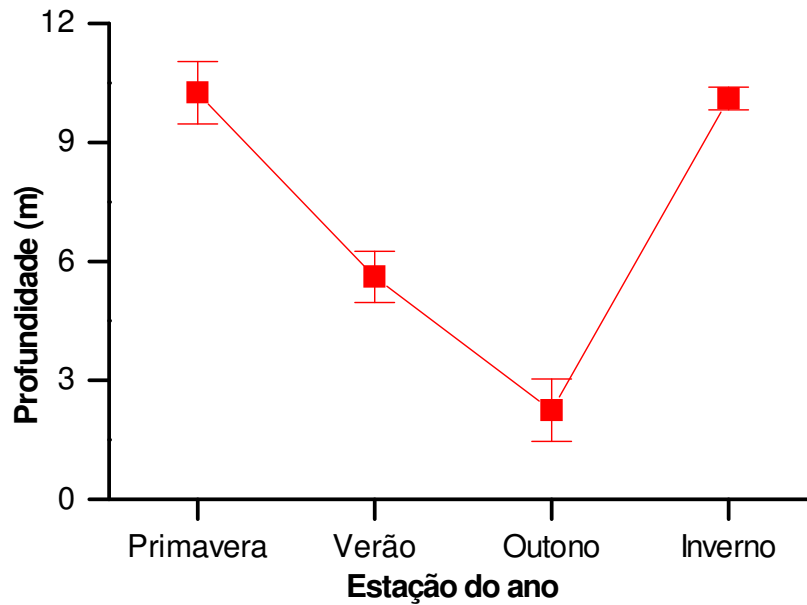
**Figura 06.** Médias e desvio padrão (linhas verticais) de transparência nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.

O pH apresentou diferença altamente significativa entre as estações do ano (Tabela 01), sendo os maiores valores observados na primavera e no verão, decaindo até o inverno. Uma variação ao longo do dia pode ser notada, com maiores valores durante o dia e menores durante a noite e amanhecer (exceto no verão), embora não ocorra diferença entre os horários (Figura 07). O valor máximo do pH registrado no período foi de 8,64; enquanto que o mínimo foi 6,28.



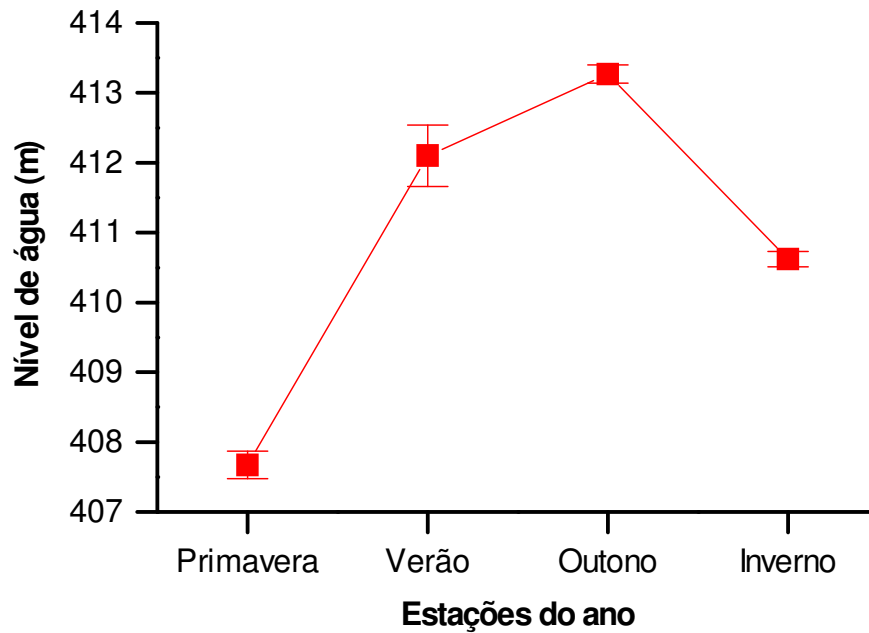
**Figura 07.** Médias e desvio padrão (linhas verticais) de pH nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por horário de coleta e estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.

Para a profundidade medida no local de colocação das redes foram encontradas diferenças significativas somente para o ciclo sazonal (Tabela 01). A profundidade variou entre 2,0 e 19,0 m; e os maiores valores das médias foram registradas na primavera e no inverno e as menores no verão e no outono (Figura 08).



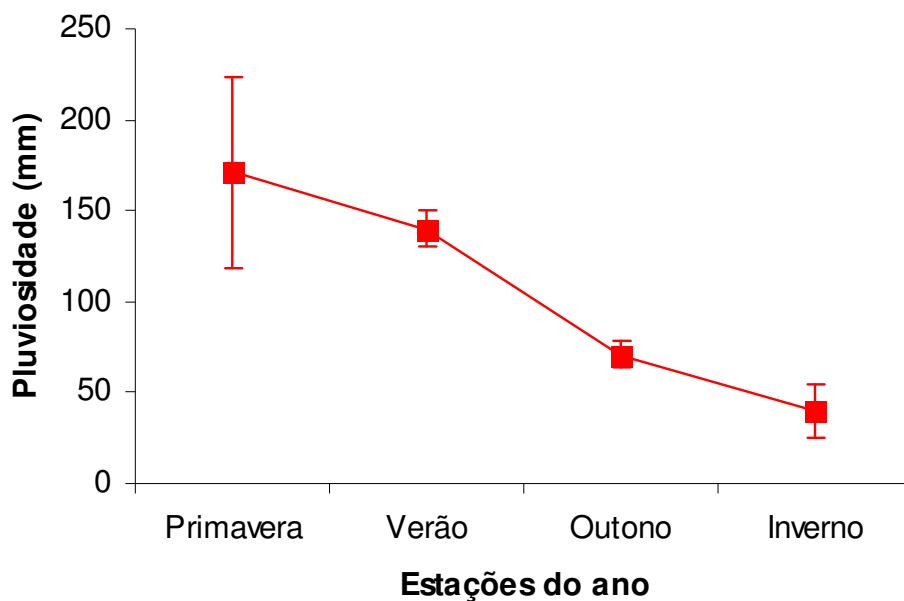
**Figura 08.** Médias e desvio padrão (linhas verticais) de profundidade nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.

O nível da água, como esperado, não apresenta variação diurna, porém diferenças altamente significativas foram detectadas ao longo do ciclo sazonal. Registrou-se uma variação entre 413,4 m e 407,5 m ao longo do ano; e foram encontrados os maiores valores no outono e os menores, na primavera (Figura 09).



**Figura 09.** Médias e desvio padrão (linhas verticais) de nível da água nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.

A pluviosidade, a exemplo do nível da água não apresenta variação diurna, embora sazonalmente tenha apresentado diferenças altamente significativas. A variação ocorreu entre as maiores médias mensais de 171,0 mm e as menores médias mensais de 39,6 mm, respectivamente nos meses da primavera e do inverno (Figura 10).



**Figura 10.** Médias e desvio padrão (linhas verticais) de pluviosidade mensal acumulada nos locais amostrados, no Reservatório de Lajes, RJ, por estações do ano, entre novembro de 2001 e setembro de 2002.

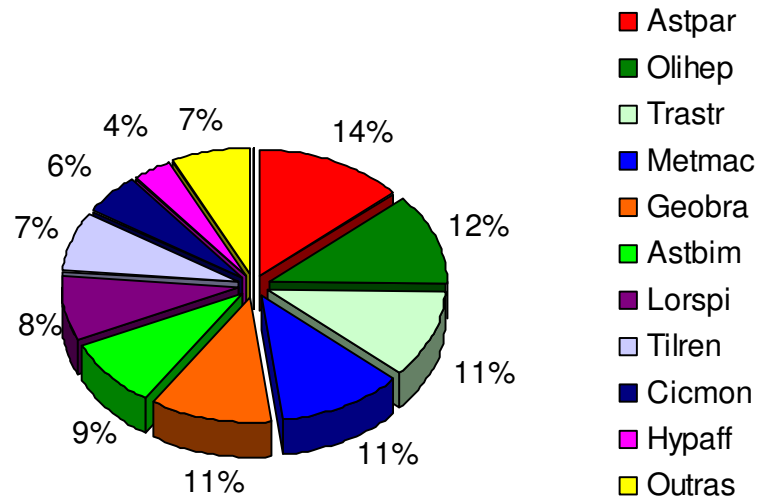
### 3.2. Composição da Ictiofauna

Um total de 696 indivíduos, pesando 78.172,06 g, foi coletado nas 64 amostras, compreendendo 19 espécies, 16 gêneros e 9 famílias (Tabela 02). O grupo mais diversificado foi o de Characiformes, representado por 10 espécies e correspondendo a 43,78% do número total de indivíduos, enquanto que os grupos de Siluriformes e de Perciformes foram ambos representados por 4 espécies, representando um total de 25,63% e 21,18% do número total de indivíduos, respectivamente. A ordem Gymnotiformes contribuiu com apenas 1 espécie, representando 1,99% dos indivíduos (Figura 11 e Tabela 03).

**Tabela 02.** Relação de espécies capturadas no reservatório entre novembro de 2001 e agosto de 2002, com as respectivas famílias, nomes vulgares e códigos. Famílias, ordenadas segundo Lauder & Liem (1983).

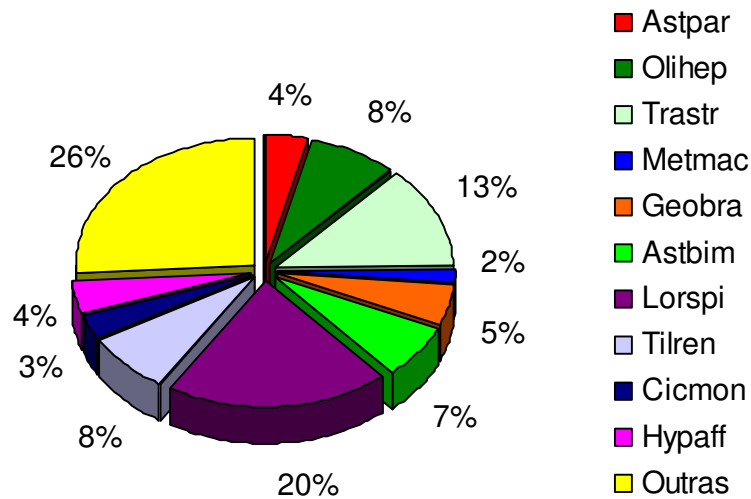
<b>Código</b>	<b>Famílias/Espécies</b>	<b>Nome Vulgar</b>
	<b>Prochilodontidae</b>	
Prolin	<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	Corimba
	<b>Anostomidae</b>	
Lepcop	<i>Leporinus copelandii</i> Steindachner, 1875	Piau
	<b>Erythrinidae</b>	
Hopmal	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1784)	Traíra
	<b>Characidae</b>	
Astbim	<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)	Lambari Amarelo
Astpar	<i>Astyanax parahybae</i> (Eigenmann, 1908)	Lambari Vermelho
Astsp	<i>Astyanax</i> sp. Baird e Girard, 1854	Lambari
Olihep	<i>Oligosarcus hepsetus</i> (Cuvier, 1829)	Peixe Cachorro
Colmac	<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1818)	Tambaqui
Metmac	<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)	Pacu Prata
Bryopa	<i>Brycon opalinus</i> (Cuvier, 1819)	Pirapitinga
	<b>Auchenipteridae</b>	
Trastr	<i>Trachelyopterus striatulus</i> (Steindachner, 1877)	Cumbaca
	<b>Pimelodidae</b>	
Rhaque	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Bagre
	<b>Loricariidae</b>	
Hypaff	<i>Hypostomus affinis</i> (Steindachner, 1877)	Cascudo Viola
Lorspi	<i>Loricariichthys spixii</i> (Steindachner, 1881)	Viola
	<b>Gymnotidae</b>	
Gymcar	<i>Gymnotus</i> cf. <i>carapo</i> Linnaeus, 1758	Carapó
	<b>Ciclidae</b>	
Cicmon	<i>Cichla monoculus</i> Spix, 1829	Tucunaré
Crelac	<i>Crenicichla lacustris</i> (Castelnau, 1855)	Jacundá
Geobra	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1827)	Acará
Tilren	<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1896)	Tilápia

As espécies *Astyanax parahybae*, *Oligosarcus hepsetus*, *Trachelyopterus striatulus*, *Metynnis maculatus* e *Geophagus brasiliensis* foram, nesta ordem, as mais abundantes, com cada espécie contribuindo com mais de 10% do número total de indivíduos capturados (Figura 11).



**Figura 11.** Contribuição percentual do número de indivíduos para as espécies mais abundantes, capturadas no reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.

Das espécies numericamente abundantes, apenas *Loricariichthys spixii* e *Trachelyopterus striatulus* contribuíram com mais de 10% cada uma para o peso total das espécies capturadas (Figura 12).



**Figura 12.** Contribuição percentual do peso total dos indivíduos para as espécies mais abundantes, capturadas no reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.



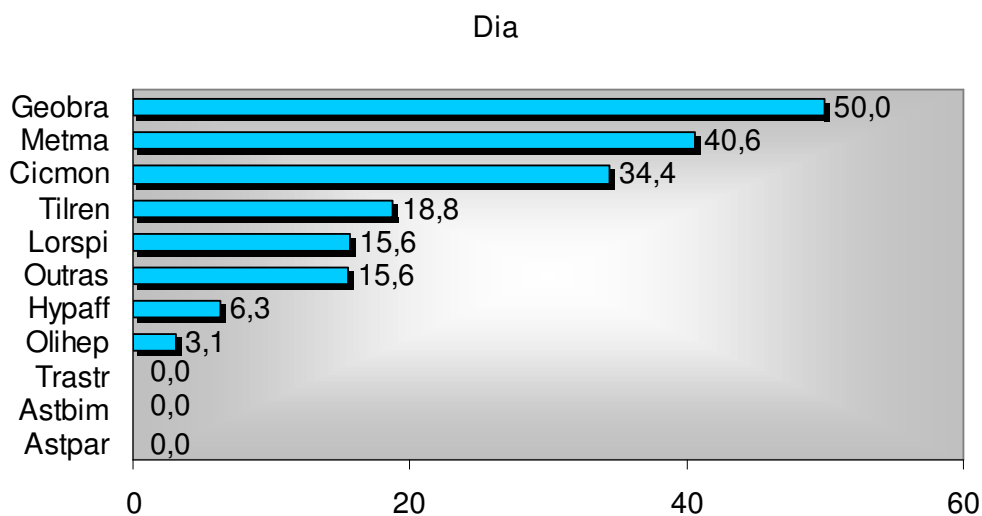
**Tabela 03.** Número de indivíduos a cada horário, total e em porcentagem (%total), porcentagem de Frequência de ocorrência (%FO) e índice de constância para as espécies capturadas no reservatório, entre novembro de 2001 e agosto de 2002. Códigos: D= dia; An= anoitecer; N= noite; Am= amanhecer; FRE= freqüente; ACE= acessória; ACI= acidental.

<b>Espécies</b>	<b>D</b>	<b>An</b>	<b>N</b>	<b>Am</b>	<b>Total</b>	<b>%Total</b>	<b>%FO</b>	<b>Constância</b>
<i>Astyanax paraguayae</i>	0	2	63	24	89	13,30	37,5	ACE
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	1	8	58	9	76	11,64	45,6	ACE
<i>Trachelyopterus striatulus</i>	0	7	51	17	75	11,49	45,3	ACE
<i>Metynnix maculatus</i>	38	14	13	9	74	11,33	45,3	ACE
<i>Geophagus brasiliensis</i>	41	14	13	11	72	11,03	51,6	FRE
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0	8	43	7	58	8,88	21,9	ACI
<i>Loricariichthys spixii</i>	6	5	35	9	55	8,42	39,1	ACE
<i>Tilapia rendalli</i>	11	5	28	4	48	7,35	39,1	ACE
<i>Cichla monoculus</i>	18	4	9	5	36	5,51	35,9	ACE
<i>Hypostomus affinis</i>	6	8	8	1	23	3,52	20,3	ACI
<i>Gymnotus cf. carapo</i>	0	1	1	1	13	1,99	4,7	ACI
<i>Hoplias malabaricus</i>	2	3	7	1	13	1,99	17,2	ACI
<i>Astyanax sp.</i>	0	0	9	2	11	1,68	9,4	ACI
<i>Rhamdia quelen</i>	1	2	5	3	11	1,68	14,1	ACI
<i>Prochilodus lineatus</i>	0	0	3	2	5	0,77	6,3	ACI
<i>Brycon opalinus</i>	1	0	0	0	1	0,15	1,6	ACI
<i>Crenicichla lacustris</i>	1	0	0	0	1	0,15	1,6	ACI
<i>Colossoma macropomum</i>	0	1	0	0	1	0,15	1,6	ACI
<i>Leporinus copelandii</i>	1	0	0	0	1	0,15	1,6	ACI

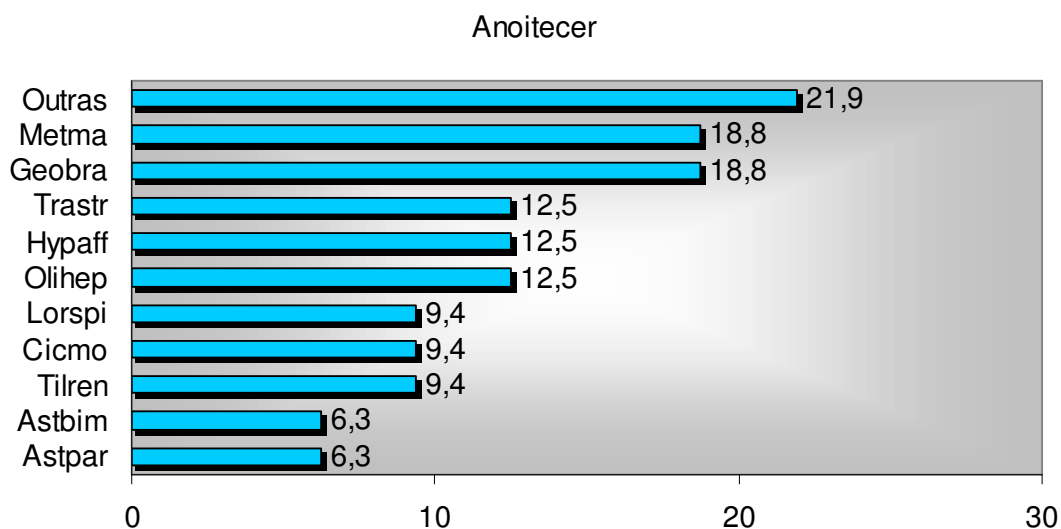
### 3.3. Variação diurna na ocorrência das espécies mais freqüentes

As espécies com maior porcentagem de freqüência de ocorrência (%FO) ao longo dos quatro períodos foram *G. brasiliensis* (51,6%), seguidas por *T. striatulus* e *M. maculatus* (ambas com 45,3%), contribuindo com mais de 40% da FO (Tabela 03). Apenas *G. brasiliensis* foi classificada como Freqüente, sendo o restante das espécies Acessórias ou Acidentais, de acordo com a adaptação de Dajoz (1983).

Durante o dia, a maior porcentagem de ocorrência foi registrada para *G. brasiliensis*, *M. maculatus* e *C. monoculus*, 50%, 40,6% e 34,4%, respectivamente, e para *T. rendalli*, com 18,8% (Figura 13). Durante o anoitecer ocorre uma diminuição nas freqüências de ocorrência destas espécies, estando ainda as de maior representatividade, com *M. maculatus* e *G. brasiliensis*, sendo presentes em 18,8%, das amostras. Uma acentuada diminuição da atividade de *C. monoculus* (9,4% da freqüência de ocorrência) foi registrada neste período (Figura 14).

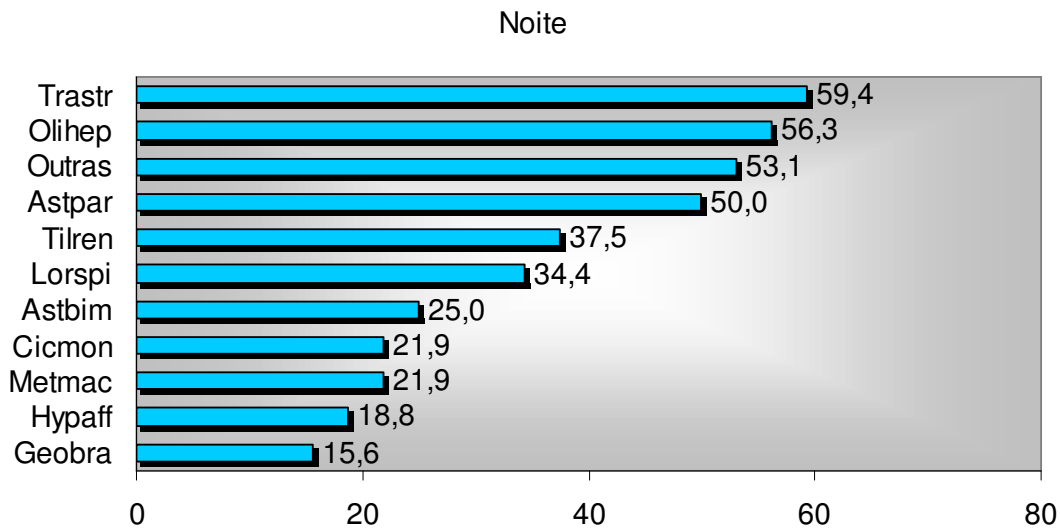


**Figura 13.** Percentagem da Frequência de Ocorrência (FO) durante o dia, no Reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.

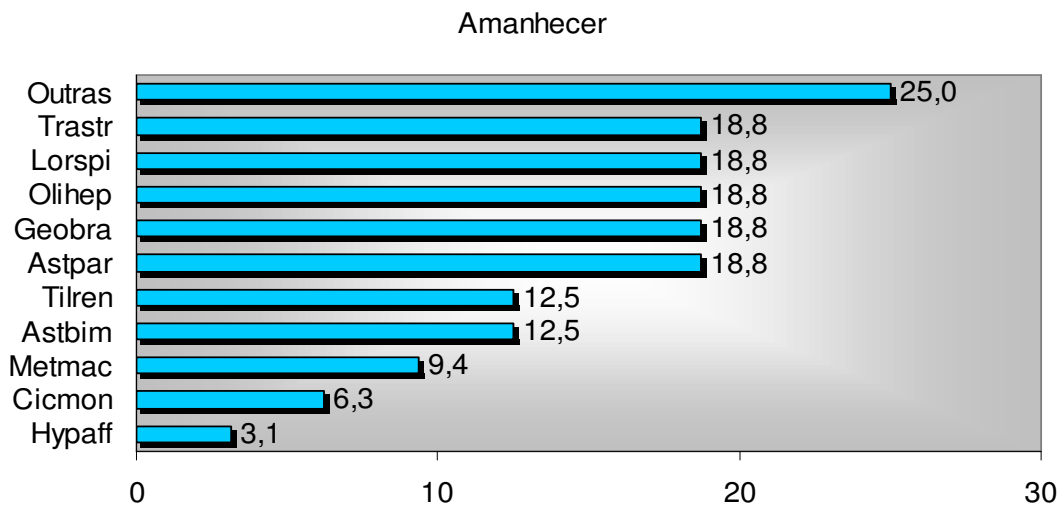


**Figura 14.** Percentagem da Frequência de Ocorrência (FO) durante o anoitecer, no Reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.

Já no período da noite, todas as espécies mais abundantes apresentaram frequência de ocorrência acima de 15%, com destaque para *T. striatulus*, *O. hepsetus* e *A. paraybae* presentes em acima de 50% das amostras, e *T. rendalli* e *L. spixii*, em mais de 34% das amostras (Figura 15). No amanhecer as espécies com maior frequência de ocorrência foram *T. striatulus*, *L. spixii*, *O. hepsetus*, *G. brasiliensis* e *A. paraybae*, todos presentes em 18,8% das ocorrências (Figura 16).



**Figura 15.** Percentagem da Frequência de Ocorrência (FO) durante a noite, no Reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.



**Figura 16.** Percentagem da Frequência de Ocorrência (FO) durante o amanhecer, no Reservatório de Lajes, entre novembro de 2001 e agosto de 2002.

### 3.4 Variação Diurnal e Sazonal

Visando avaliar eventuais variações na abundância das espécies, no ciclo diurnal ao longo das estações do ano, foram examinadas suas abundâncias relativas no ciclo dia/noite para cada estação do ano em separado.

## Primavera

*Metinnys maculatus*, *G. brasiliensis*, *C. monoculus* e *T. rendalli* foram as espécies mais abundantes durante o dia, cada uma contribuindo acima de 10% do número total de indivíduos. Ao anoitecer apenas *M. maculatus* e *C. monoculus* apresentaram uma contribuição acima de 10% do total de indivíduos, e ocorreram também grandes contribuições de *A. bimaculatus*, *H. affinis* e *L. spixii*, todos com participação acima de 10% do número total capturado. Durante a noite a ictiofauna foi dominada pelos Characiformes *A. bimaculatus*, *A. faciatus*, *O. hepsetus* e *M. maculatus*; enquanto que ao amanhecer, por *A. fasciatus*, *T. striatulus*, *O. hepsetus*, *G. brasiliensis* e *C. monoculus* (Figura 17).

## Verão

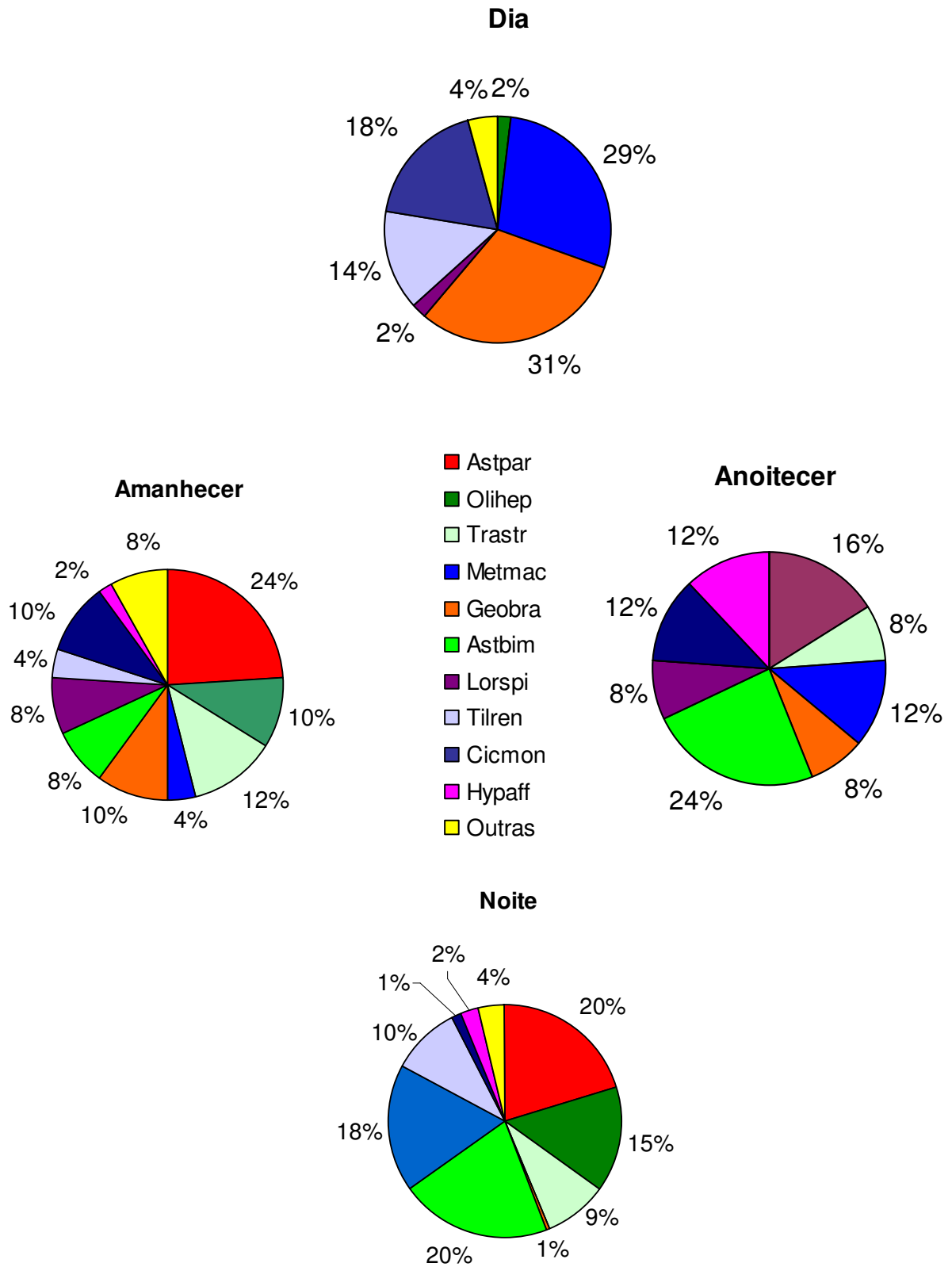
Durante o dia, a ictiofauna apresentou grande dominância de *M. maculatus* (56% do total de indivíduos), *G. brasiliensis* (20%) e *C. monoculus* (10%). Ao anoitecer, *G. brasiliensis* passou a ser a espécie dominante com 33% dos peixes capturados, seguida por *M. maculatus* e *T. rendalli*, ambos participando com 15% do total de indivíduos, e por *T. striatulus* com 11%. Durante a noite as espécies dominantes foram *A. parahybae* (19%), *O. hepsetus* (19%) e *T. striatulus* (26%), com maior contribuição desta última espécie, enquanto que ao amanhecer, apenas *T. striatulus* (23%) e *M. maculatus* (26%) dominaram a ictiofauna (Figura 18).

## Outono

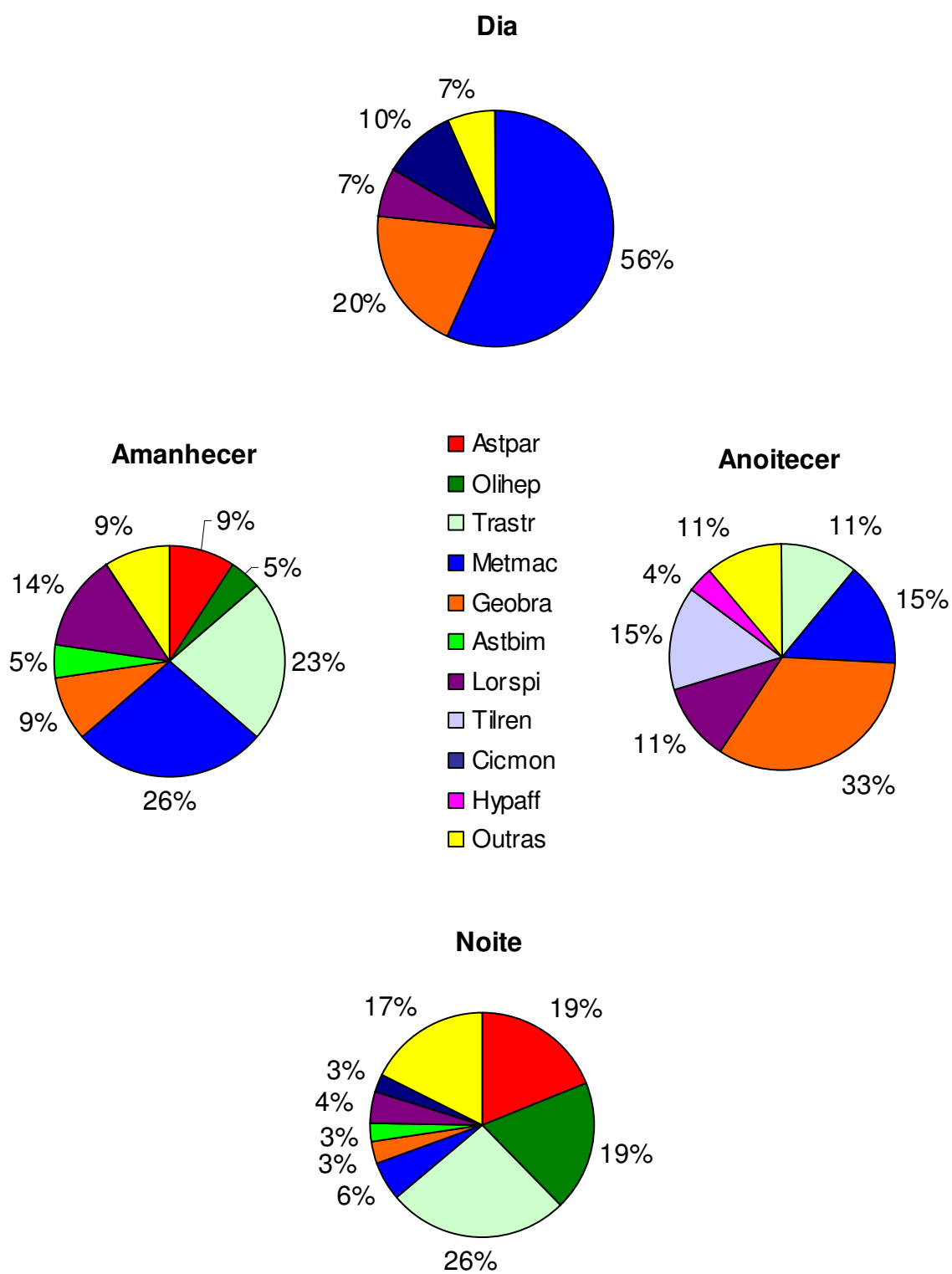
Durante o dia, a ictiofauna foi dominada por *G. brasiliensis* (42%), *M. maculatus* (23%) e *C. monoculus* (19%), maior predomínio da primeira espécie. Ao anoitecer, verificou-se um aumento na contribuição de *M. maculatus* (35%), sendo que as duas espécies que predominaram durante o dia foram substituídas, em dominância, por *A. bimaculatus* (10%) e *T. striatulus* (10%). Durante a noite, a ictiofauna apresentou maiores contribuições de *M. maculatus* (13%), *T. striatulus* (16%), *A. parahybae* (11%), *O. hepsetus* (11%), *A. bimaculatus* (13%) e *C. monoculus* (11%), enquanto que ao amanhecer, apenas *T. striatulus* (25%), *G. brasiliensis* (17%) e *A. parahybae* (17%) dominaram as capturas (Figura 19).

## Inverno

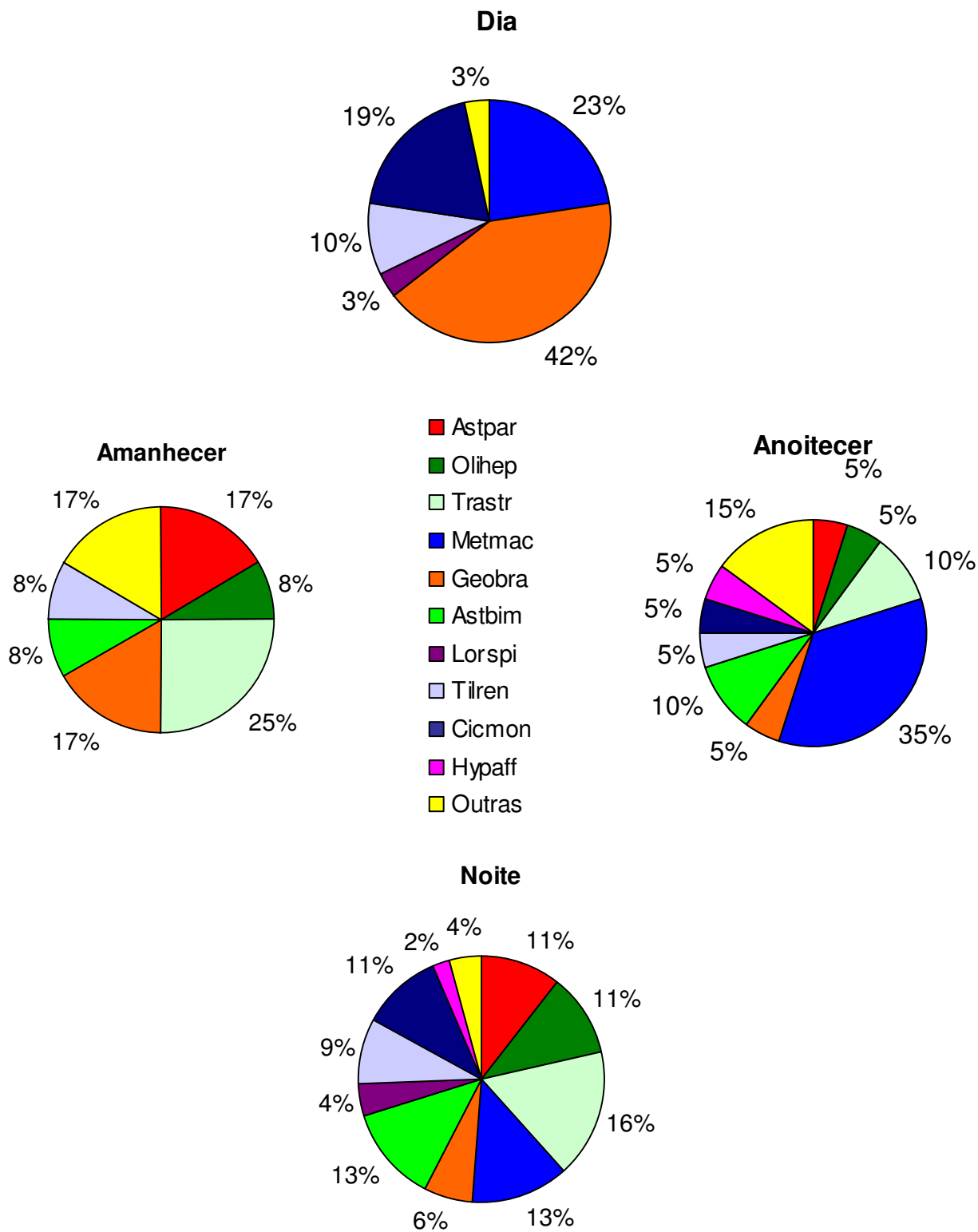
Durante o dia, a ictiofauna foi dominada por *G. brasiliensis* (43%) e pelos Loricarídeos *H. affinis* (38%) e *L. spixii* (13%). Ao anoitecer as maiores contribuições numéricas foram de *O. hepsetus* e *H. affinis*, ambos com 30% da abundância relativa, seguida por *G. brasiliensis* (20%) e por *A. parahybae* (10%). A noite *O. hepsetus* (25%) e *A. parahybae* (20%) dominaram a ictiofauna, seguidos de *T. striatulus* (18%) e *T. rendalli* (13%), enquanto que ao amanhecer, *A. parahybae* (37%) foi ainda a espécie dominante, seguida de *O. hepsetus* (13%), *T. striatulus* (10%), *L. spixii* (10%) e *G. brasiliensis* (10%) (Figura 20).



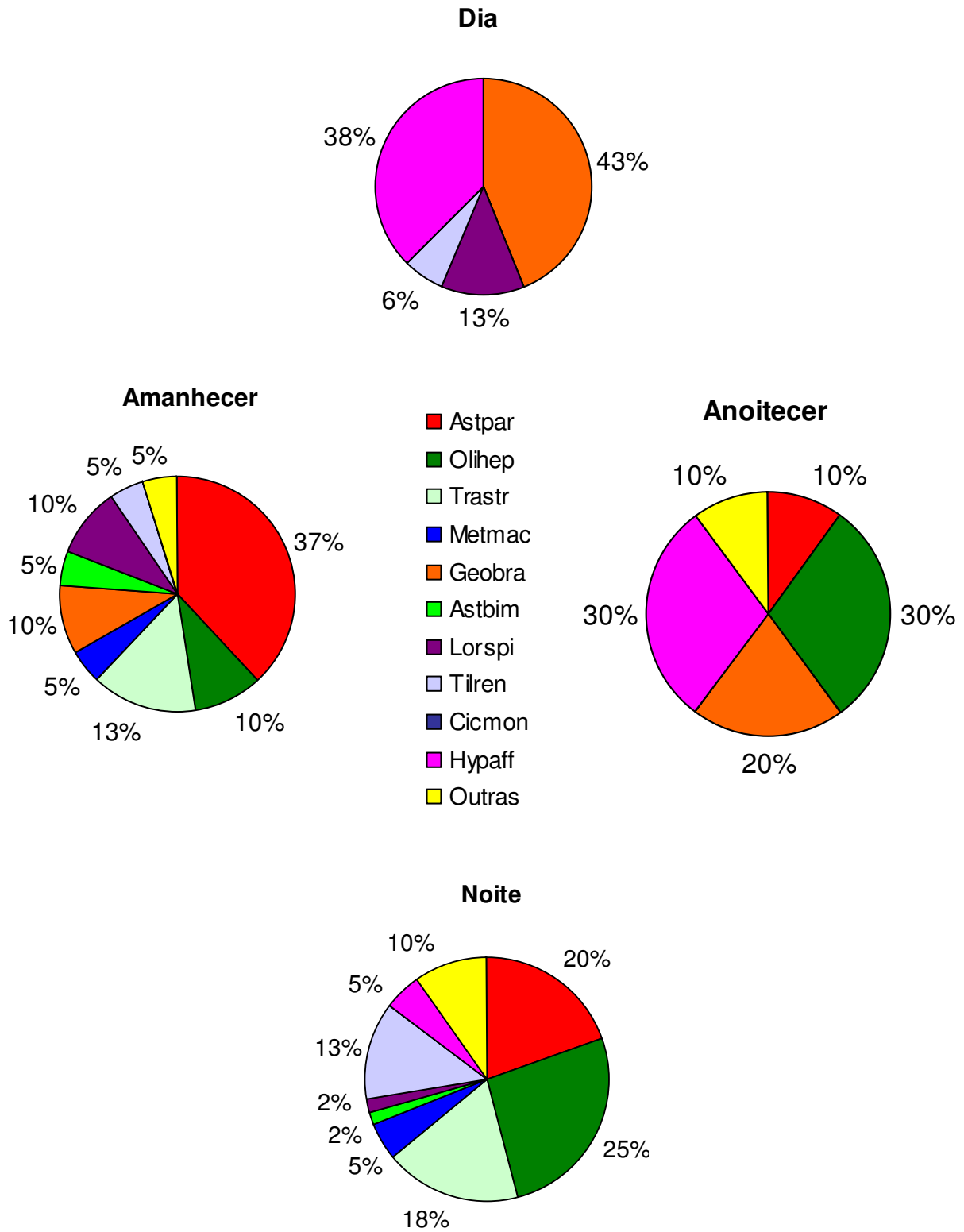
**Figura 17.** Variação da abundância das espécies durante a primavera, em percentagem, ao longo dos horários estipulados, no reservatório de Lajes, RJ. N= 287.



**Figura 18.** Variação da abundância das espécies durante o verão, em percentagem, ao longo dos horários estipulados, no reservatório de Lajes, RJ. N= 148.



**Figura 19.** Variação da abundância das espécies durante o outono, em percentagem, ao longo dos horários estipulados, no reservatório de Lajes, RJ. N=110.



**Figura 20.** Variação da abundância das espécies durante o inverno, em percentagem, ao longo dos horários estipulados, no reservatório de Lajes, RJ. N= 108.



*Geophagus brasiliensis* foi a espécie que dominou as amostragens durante o dia, em todas as estações do ano, prolongando-se até o amanhecer em três estações do ano, com exceção do verão. *M. maculatus* ocorreu essencialmente durante o dia e ao anoitecer da primavera/verão/outono, sendo pouco freqüente no inverno. *C. monoculus* foi predominante durante o dia na primavera/verão/outono, sendo ausente no inverno e dominando em outros períodos do dia, com exceção da noite durante a primavera.

*Astyanax paraguayae* e *O. hepsetus* apresentaram abundância em todas as estações do ano. *A. bimaculatus* também predominou durante a noite, porém durante a primavera. *T. striatulus* dominou ao anoitecer e durante a noite do outono. Estas espécies estiveram ausentes durante o dia em todas as estações.

*Tilapia rendalli* predominou durante o dia apenas na primavera e no outono, durante a noite na primavera e inverno, e durante o anoitecer no verão, não apresentando, portanto um padrão diurno bem definido. Também os Siluriformes *L. spxii* e *H. affinis*, variaram suas atividades entre a noite e o período crepuscular.

### 3.5. Análise Multivariada

#### 3.5.1. DCA

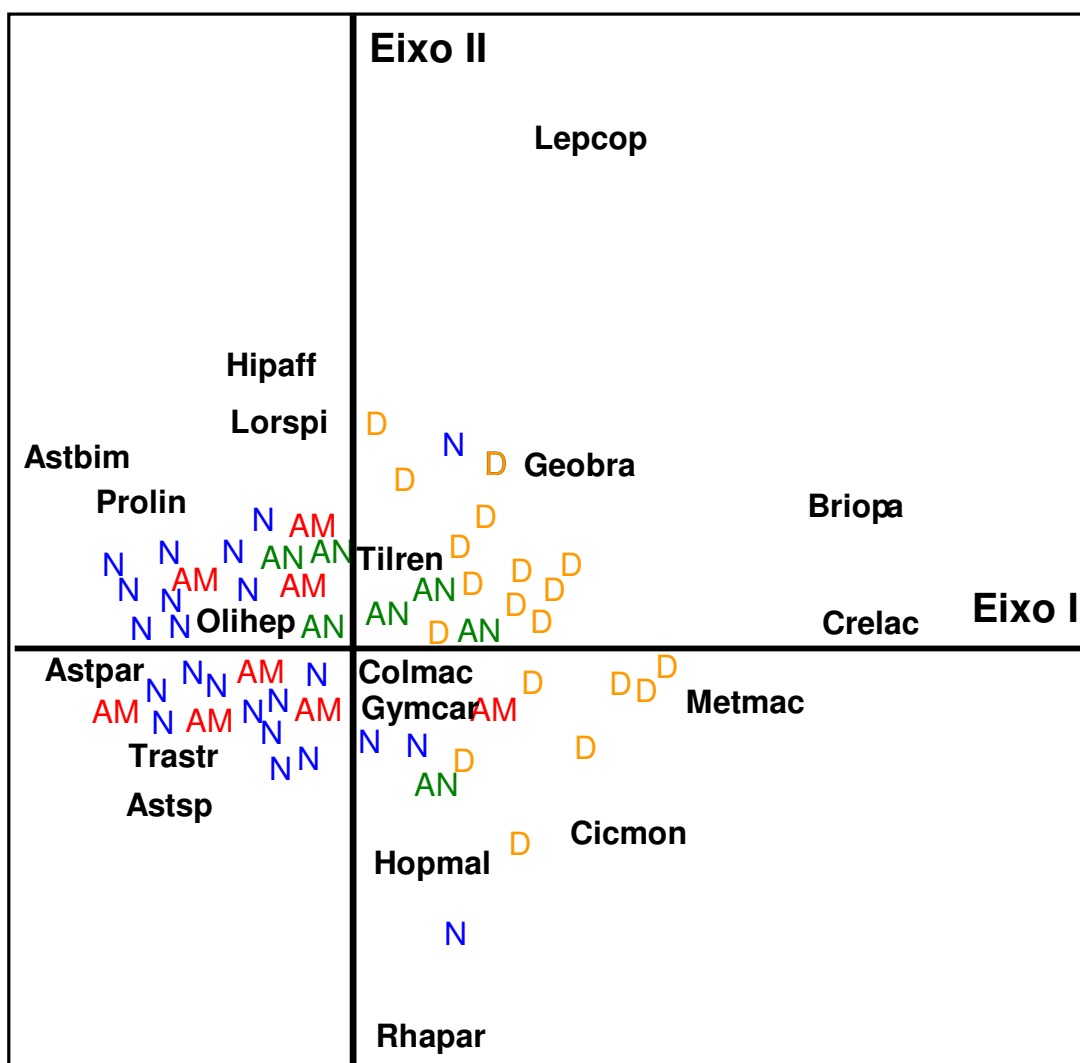
Os dois primeiros eixos de ordenação da análise DCA explicaram 27,1% da variância, com o primeiro eixo contribuindo com 18,3% da variância, enquanto que o eixo II explicou 8,8% (Tabela 04). O diagrama de ordenação da abundância das espécies, formado pelos dois primeiros eixos é apresentado na Figura 21, com as amostras codificadas pelo período diurno enquanto a Figura 22 apresenta os mesmos eixos, com as amostras codificadas pelas estações do ano.

**Tabela 04.** Sumário da DCA para os dados bióticos no reservatório de Lajes, RJ, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

<b>Eixos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Autovalores	0,441	0,212	0,155	0,118
Extensão do gradiente	3,125	3,199	2,765	2,046
Porcentagem da variância cumulativa nos dados das espécies	18,3	27,1	33,6	38,5
Soma dos autovalores				0,926

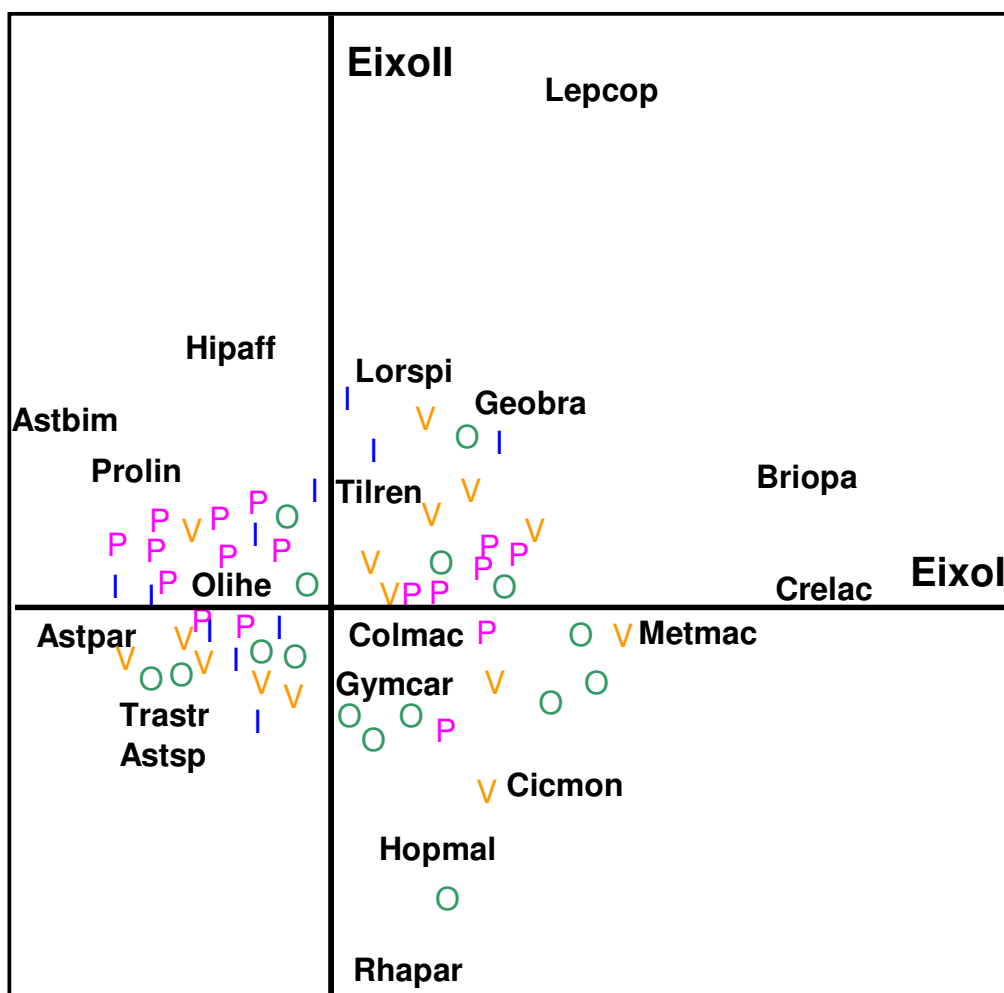
Observou-se uma separação das amostras ao longo do ciclo dia/noite através do eixo I, com as amostras do período diurno distribuídas no lado direito do diagrama e as amostras do período noturno do lado esquerdo. Amostras do amanhecer apresentaram-se distribuídas no lado esquerdo do gráfico, sobrepondo com as amostras da noite, enquanto as amostras do anoitecer apresentaram distribuição mais ampla. O eixo II, por outro lado, não apresentou nenhum padrão evidente de separação das amostras ao longo do ciclo diurno.

Espécies associadas ao período do dia foram os abundantes *G. brasiliensis* e *M. maculatus*, e os menos abundantes *C. monoculus*, *C. lacustris* e *B. opalinus*, com estas duas últimas espécies sendo representadas por apenas um único indivíduo em todo o período de estudo. Os Characiformes *A. parahybae*, *A. bimaculatus* e *O. hepsetus*, e o Siluriforme *T. striatulus* apresentaram-se do lado esquerdo do diagrama, sendo associados ao período noturno. Os Siluriformes *L. spixii* e *H. affinis* foram distribuídos no lado esquerdo do diagrama, embora próximos ao centro, indicando uma tendência de ocorrência entre o anoitecer e o amanhecer.



**Figura 21.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos do DCA sobre a distribuição das espécies com as amostras codificadas por horário no Reservatório de Lajes, RJ.

Quando as amostras foram codificadas pelas estações do ano, não se observou uma separação evidente entre os períodos ao longo dos eixos do diagrama, o que indica que o período sazonal não apresenta um padrão definido de ocorrência das amostras (Figura 22). Embora o padrão sazonal não seja consistente, observou-se uma tendência de maior concentração das amostras do inverno no lado esquerdo do diagrama, e da primavera na parte superior em oposição ao outono na parte inferior. O verão apresentou-se amplamente distribuído nos quatro quadrantes do diagrama, indicando uma composição de fauna menos definida.

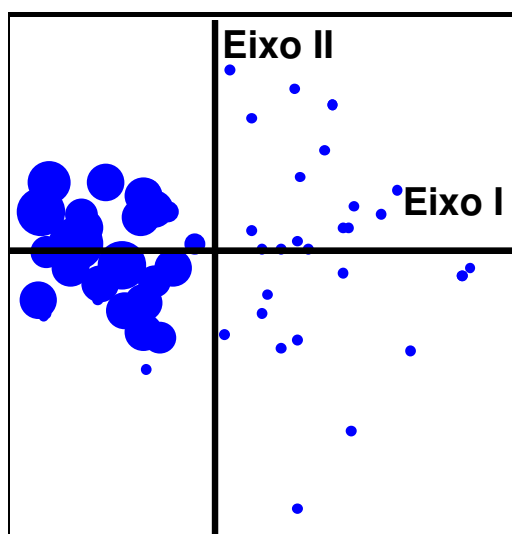


**Figura 22.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos do DCA sobre a distribuição das espécies, com as amostras codificadas por estação do ano no Reservatório de Lajes, RJ.

**Tabela 05.** Valor dos coeficientes de correlação das espécies mais abundantes com os 2 primeiros eixos da Análise de Correspondência Destendenciada.

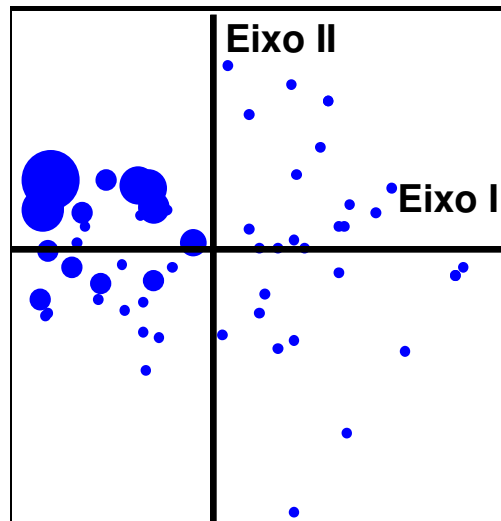
<b>Espécies</b>	<b>Eixo I</b>	<b>Eixo II</b>
<i>A. parahybae</i>	<b>-0,696</b>	0,022
<i>A. bimaculatus</i>	<b>-0,471</b>	0,215
<i>G. brasiliensis</i>	0,324	<b>0,474</b>
<i>O. hepsetus</i>	<b>-0,628</b>	0,038
<i>T. rendalli</i>	-0,219	0,175
<i>M. maculatus</i>	<b>0,527</b>	-0,069
<i>C. monoculus</i>	<b>0,272</b>	-0,254
<i>L. spixii</i>	-0,359	<b>0,365</b>
<i>H. affinis</i>	-0,245	<b>0,381</b>
<i>T. striatulus</i>	<b>-0,763</b>	-0,132

*Astyanax parahybae* – Uma correlação negativa com o eixo I foi apresentada para esta espécie, indicando uma maior abundância durante a noite. Quando consideradas as estações do ano, o que pode ser atribuída a esta espécie apresentar uma tendência de maiores abundâncias no inverno e na primavera, representadas pelas maiores concentrações das amostras do lado esquerdo (Figura 23; Tabela 05).



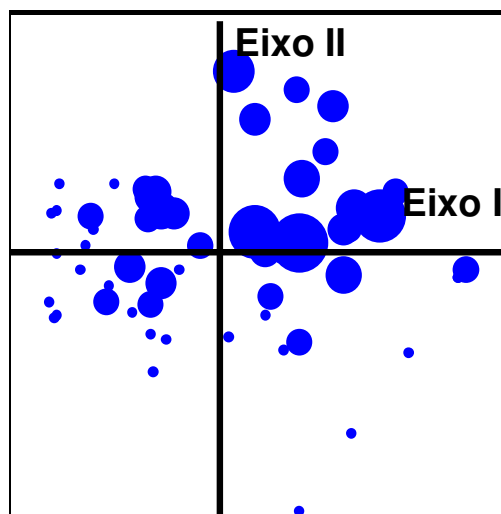
**Figura 23.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *A. parahybae*.

*Astyanax bimaculatus* – Esta espécie apresentou uma correlação negativa com o eixo I, com as maiores abundâncias sendo registradas no período noturno. Sazonalmente, as maiores abundâncias tendem a ocorrer na primavera indicado pelas maiores concentrações das amostras no lado esquerdo do diagrama (Figura 24; Tabela 05).



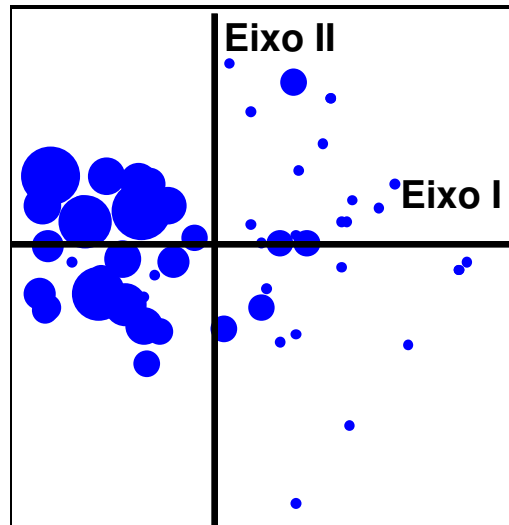
**Figura 24.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *A. bimaculatus*.

*Geophagus brasiliensis* – Uma correlação positiva com o eixo I foi encontrada, indicando maiores abundâncias durante o dia. Se considerada as estações do ano, está amplamente distribuída ao longo do ano (Figura 25; Tabela 05)



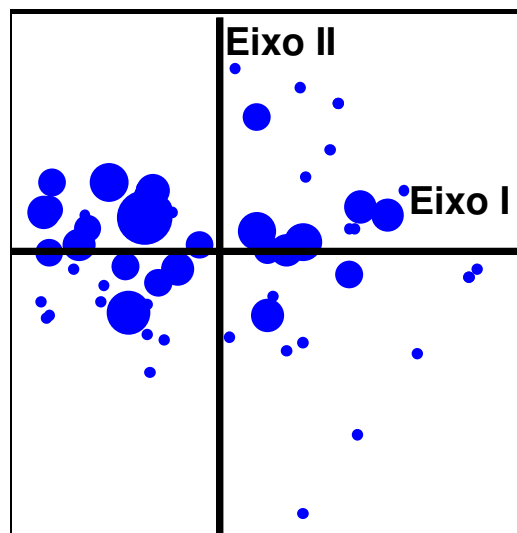
**Figura 25.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *G. brasiliensis*.

*Oligosarcus hepsetus* – Uma correlação negativa com o eixo I indicando maiores abundâncias no período noturno foi apresentada para esta espécie. Quando consideradas as estações do ano, as maiores abundâncias podem ser atribuídas ao período do inverno e da primavera, representadas pelas maiores concentrações de amostras no lado esquerdo do diagrama (Figura 26; Tabela 05).



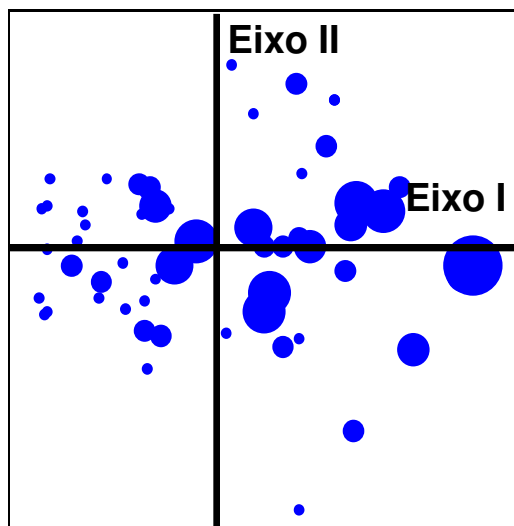
**Figura 26.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *O. hepsetus*.

*Tilapia rendalli* – Esta espécie apresentou uma correlação negativa com o eixo I, com uma tendência de distribuição ao longo de todos os horários, ao longo do ciclo dia/noite. Quando comparada sazonalmente, tende a coincidir com as estações da primavera e do verão (Figura 27; Tabela 05).



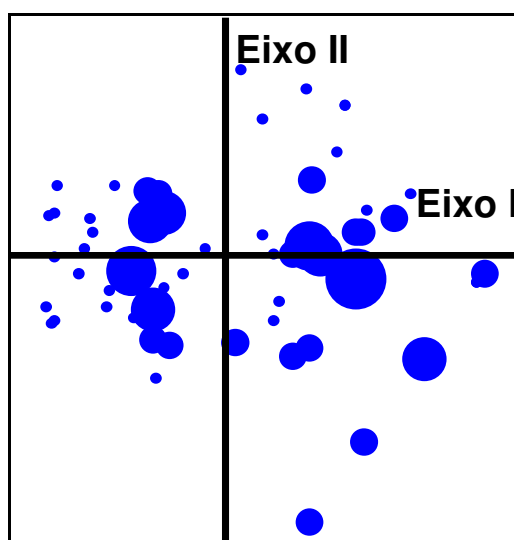
**Figura 27.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *T. rendalli*.

*Metynnis maculatus* – Foi encontrada uma maior correlação positiva com o eixo I. Com o eixo II, a espécie se correlacionou negativamente. Se comparada diurnalmente, foi encontrada maior abundância no período dia, estando o maior numero de amostras no lado direito do diagrama. Quando comparada sazonalmente, apresenta ampla distribuição (Figura 28; Tabela 05).



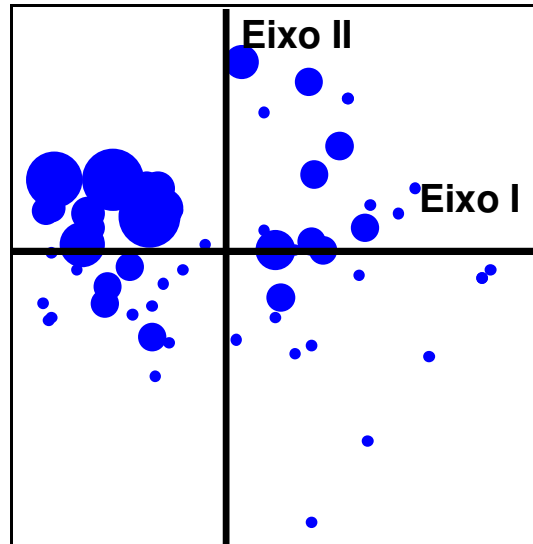
**Figura 28.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *M. maculatus*.

*Cichla monoculus* – A espécie apresentou uma correlação positiva com o eixo I, indicando maiores abundâncias durante o dia. Quando consideradas as estações do ano, pode ser considerada como amplamente distribuída ao longo do ano. (Figura 29; Tabela 05).



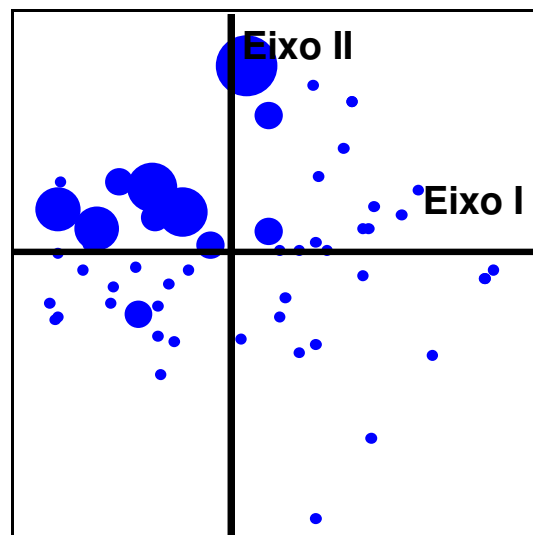
**Figura 29.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *C. monoculus*.

*Loricariichthys spixii* – Uma correlação positiva com o eixo II foi encontrada para esta espécie, indicando maiores abundâncias durante o dia/anoitecer. Se consideradas as estações do ano, uma tendência de maior abundância coincide com a primavera (Figura 30; Tabela 05).



**Figura 30.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *L. spixii*.

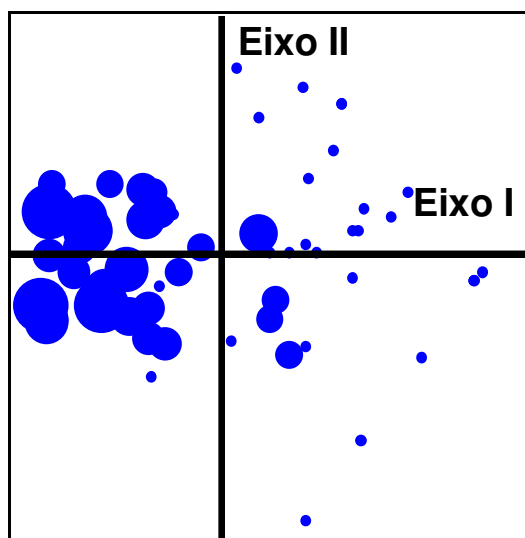
*Hypostomus affinis* – A espécie apresentou uma correlação positiva com o eixo II, o que indica maiores abundâncias durante o dia/ anoitecer. Quando consideradas as estações do ano, pode ser atribuída uma tendência de maiores abundâncias na primavera (Figura 31; Tabela 05).



**Figura 31.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *H. affinis*.



*Trachelyopterus striatulus* – A espécie apresentou uma correlação negativa com o eixo I, coincidindo com a noite e indicando maiores abundâncias para este horário. Quando codificada sazonalmente, pode ser atribuída a esta espécie uma tendência de maiores abundâncias na primavera e no inverno, representadas pelas maiores concentrações do lado esquerdo do diagrama (Figura 32; Tabela 05).



**Figura 32.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da DCA com a distribuição da espécie *T. striatulus*.

### 3.5.2. PCA

Os primeiros eixos da ordenação das variáveis ambientais na Análise de Componentes Principais, explicaram 56,9% da variância, com o eixo I contribuindo com 35,4% e o eixo II com 21,5% (Tabela 06).

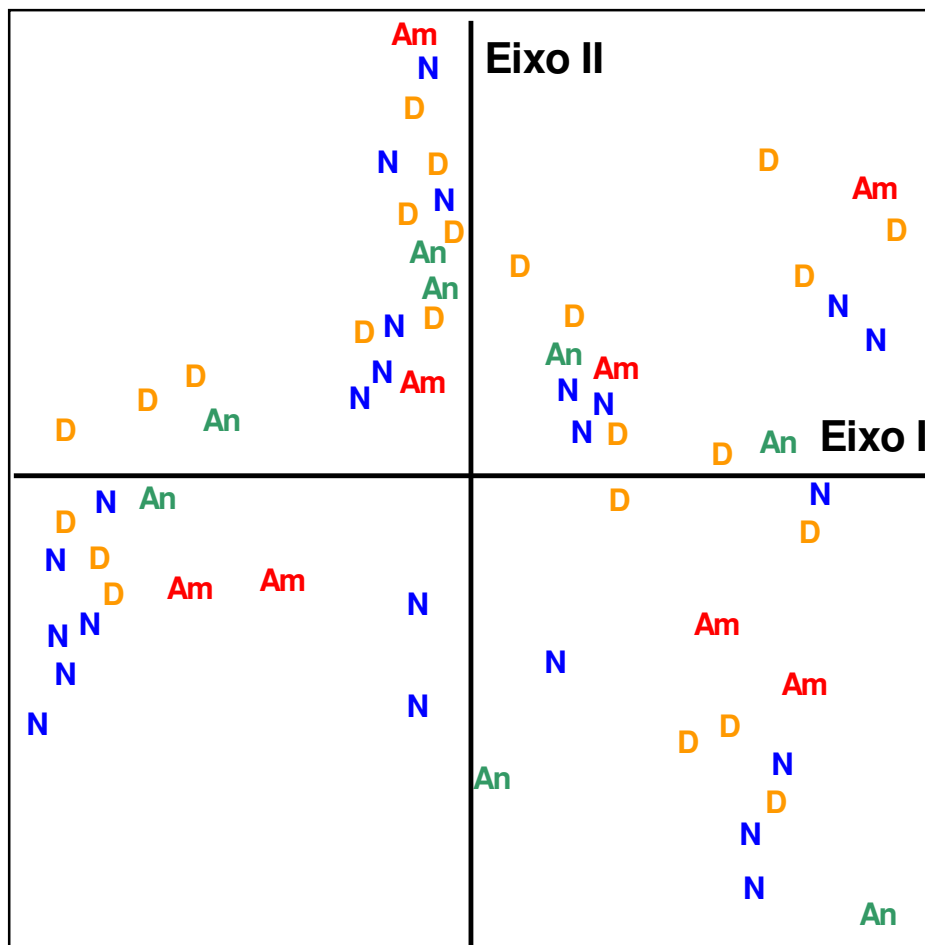
Temperatura, oxigênio dissolvido e pH apresentaram significativas correlações negativas como o eixo I. Em relação ao eixo II, a condutividade apresentou correlação significativa negativa, e a transparência apresentou correlação positiva (Tabela 06).

**Tabela 06.** Sumário da análise de PCA para horário, no reservatório de Lajes, RJ, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

	AUTOVALORES	
	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	<b>-0,4752</b>	0,3508
Condutividade	-0,2917	<b>-0,3426</b>
Oxigênio Dissolvido	<b>-0,4189</b>	-0,2256
Transparência	0,0474	<b>0,1352</b>

AUTOVALORES		
	Eixo 1	Eixo 2
pH	<b>-0,3148</b>	0,3102
Profundidade	-0,1066	<b>-0,5742</b>
Nível da água	<b>0,4390</b>	0,3730
Pluviosidade	<b>0,4563</b>	0,3540
Autovalores	2,829	1,722
% Variância	35,362	21,521
% Variância cumulativa	3,362	56,883

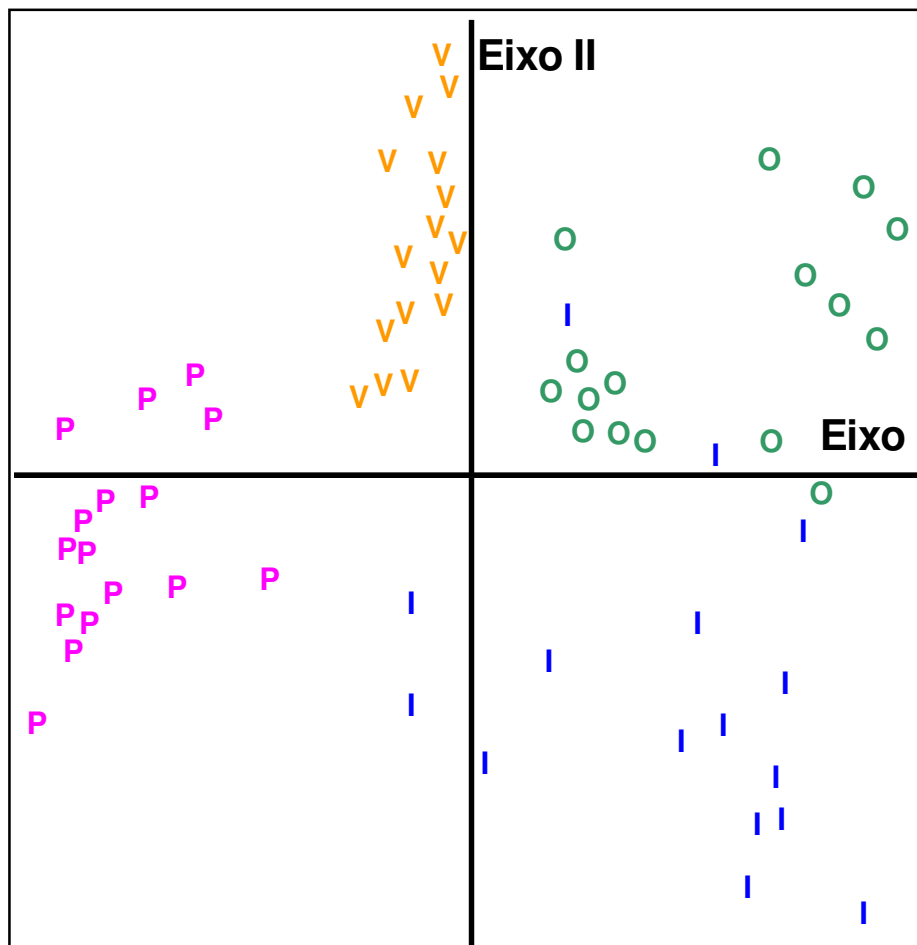
Quando codificado pelo ciclo diurno, as amostras apresentaram-se amplamente distribuídas ao longo dos eixos, sem um padrão definido (Figura 33).



**Figura 33.** Diagrama do agrupamento da PCA das amostras por horário no Reservatório de Lajes, RJ. d=dia; an=anoitecer; n= noite; am= amanhecer.

Quando codificados pelas estações do ano, um padrão sazonal é claramente identificado ao longo dos dois eixos de ordenação. Um sentido horário pode ser detectado na distribuição das amostras ao longo do ano, com a primavera, situando-se no lado esquerdo, seguido do verão na parte central e superior do gráfico, o outono na extrema direita e o inverno distribuindo-se mais amplamente por toda a parte inferior do diagrama. (Tabela 07; Figura 34).

Amostras da primavera estiveram associadas aos maiores valores de oxigênio dissolvido, e menores do nível da água, enquanto que amostras do outono (lado direito do diagrama), apresentaram o oposto deste padrão (Tabela 07; Figura 34). Amostras do verão apresentaram maiores valores de transparência e pH e menores de profundidade, um padrão oposto ao apresentado para o inverno.



**Figura 34.** Diagrama do agrupamento da PCA das amostras por estação do ano no Reservatório de Lajes, RJ. P= primavera; V= verão; O= outono; I= inverno.

### 3.5.3. CCA

O *triplot* dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica - CCA permitiu uma avaliação das relações entre as variáveis-espécies, as amostras, codificadas pelas seqüências temporais (diurnal, sazonal) e as variáveis ambientais. A transparência apresentou maior contribuição para o eixo I, o qual apresentou autovalores 0,221 e correspondeu a 50,4% da explicação da variância espécie-ambiente. A variável mais relacionada com o eixo II foi a profundidade, que apresentou autovalores de 0,090, explicado 20,5% da relação espécie ambiente (Tabela 07).

Embora os quatro eixos tenham sido determinados pela análise, apenas os eixos I e II foram considerados, uma vez que eles respondem pela maior parte da variabilidade, sendo responsáveis por 70,9% da relação espécie-ambiente (Tabela 07).

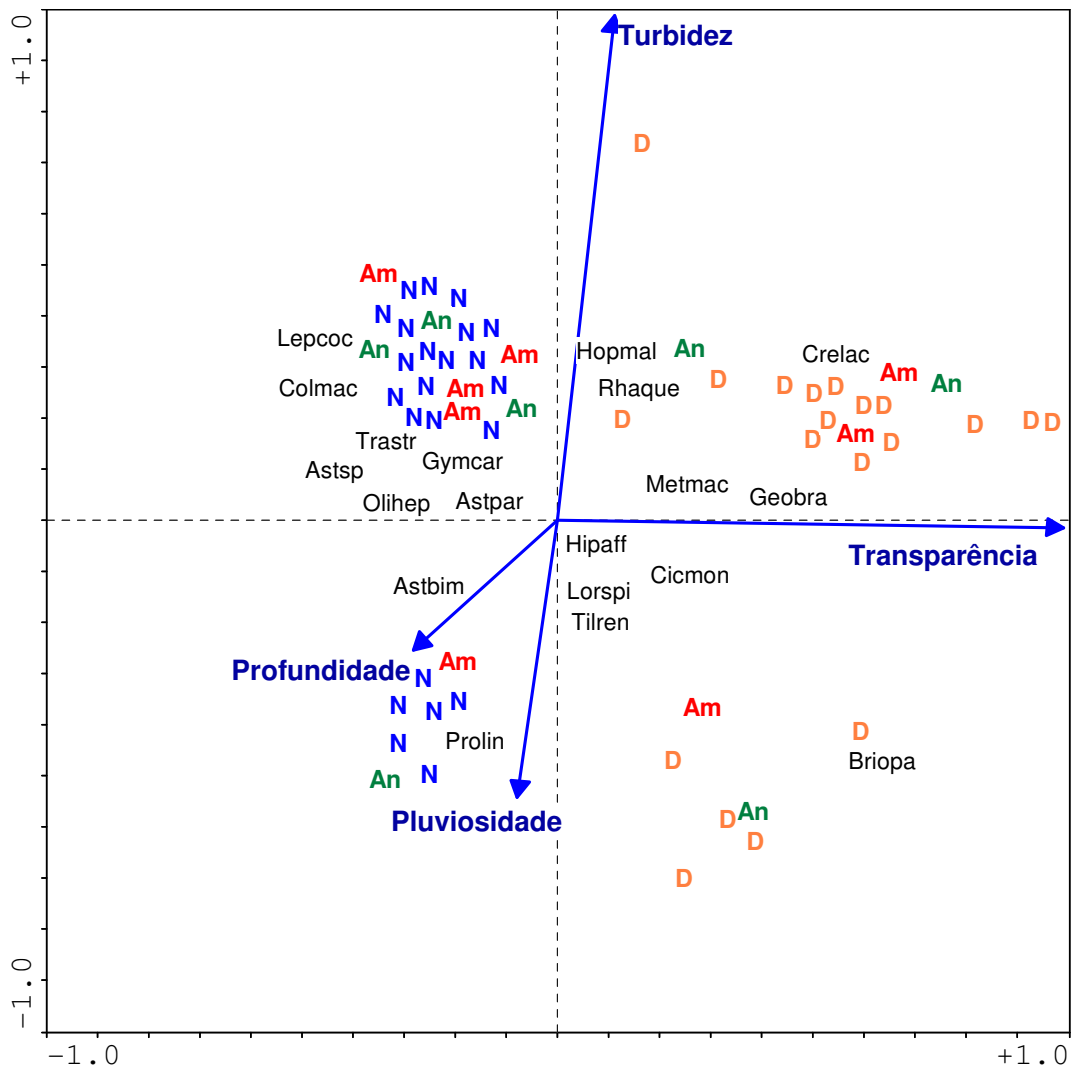
Considerando as amostras, codificadas pelo ciclo dia/noite, no diagrama dos 2 primeiros eixos, o eixo I separou as amostras do dia no lado direito, em oposição às amostras da noite no lado esquerdo, enquanto as amostras do amanhecer e anoitecer apresentaram ampla distribuição ao longo do eixo I (Figura 35).

*Geophagus brasiliensis*, *M. maculatus* e *C. monoculus* estiveram associados às amostras do dia, com maiores valores de transparência e menores valores de profundidade; enquanto as espécies de *Astyanax* e *O. hepsetus* apresentaram-se mais associadas às amostras da noite com menores valores de transparência (Figura 35).

**Tabela 07.** Sumário da análise de correspondência canônica para os dados bióticos e abióticos do reservatório de Lajes, RJ, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

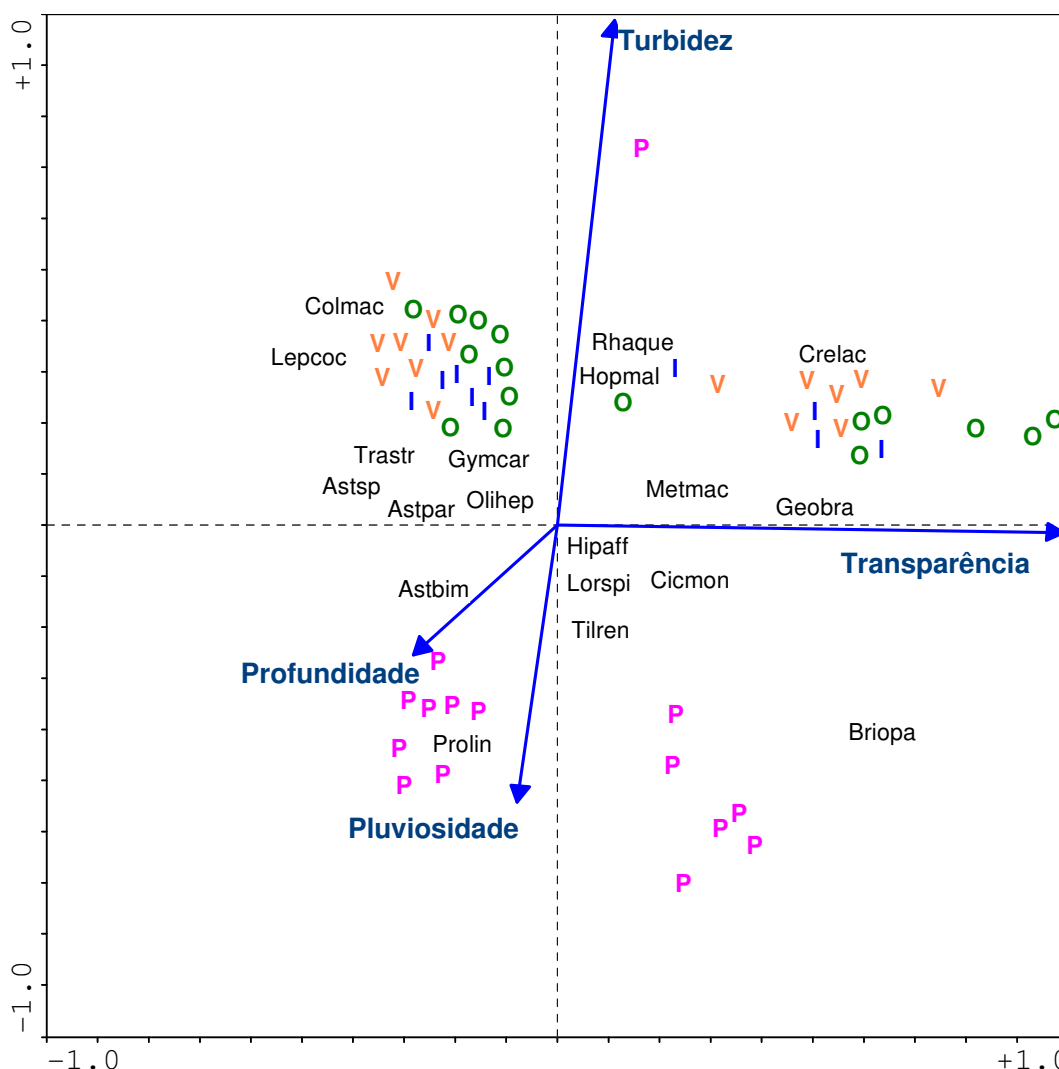
<b>Eixos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Diagnóstico da principal ordenação</b>				
Autovalores	0,221	0,090	0,072	0,056
Correlação espécie-ambiente	0,735	0,731	0,715	0,671
Porcentagem cumulativa da variância				
nos dados de espécie	9,2	13,0	16,6	18,3
na relação espécie-ambiente	50,4	70,9	87,3	100,0
Soma dos autovalores				0,439
<b>Teste de Monte Carlo</b>				
Teste de significância do primeiro eixo canônico:	Autovalores = 0,221 F = 5,380 p= 0,005			
Teste de significância de todos os eixos canônicos:	Autovalores = 0,439 F =2,964 p= 0,005			
<b>Correlações “Intersect” das variáveis ambientais</b>				
Profundidade	-0,2080	-0,1848	0,5252	0,3778
Transparência	<b>0,7270</b>	-0,0108	-0,0066	0,1007
Turbidez	0,0813	<b>0,7203</b>	0,0289	-0,0850
Pluviosidade	-0,0577	-0,3959	-0,4383	0,3827

Eixos	1	2	3	4
<b>Correlações canônicas para as variáveis <i>standardizadas</i></b>				
Profundidade	-0,1184	<b>0,9120</b>	0,7095	0,8321
Transparência	<b>0,9766</b>	-0,0865	0,1680	0,2325
Turbidez	-0,1056	0,1395	-0,2560	0,7919
Pluviosidade	-0,1635	0,1858	-0,8016	1,0459



**Figura 35.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica sobre a abundância das espécies de peixes e variáveis ambientais com as amostras codificadas pelo ciclo dia/noite no Reservatório de Lajes, RJ. D= dia; An= anoitecer; N= noite; Am= amanhecer.

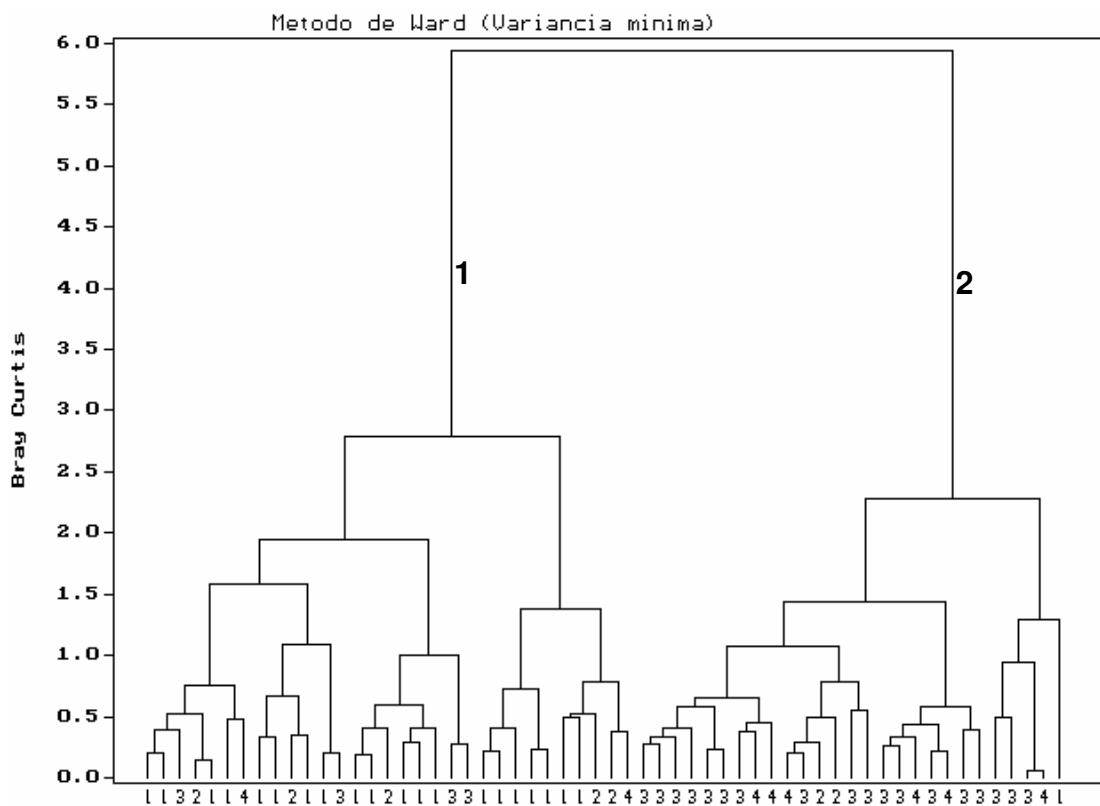
Quando codificadas pelas estações do ano, não foi verificado nenhum padrão evidente, uma vez que ocorreu uma ampla dispersão em todo o diagrama das amostras coletadas em diferentes períodos. Pode se observar uma separação pelo eixo II, isolando na parte inferior as amostras da primavera das demais, que se situam na parte superior do diagrama. Assim, a primavera pode estar mais associada aos maiores valores de profundidade e pluviosidade, e os menores valores de turbidez, influenciando principalmente *P.lineatus* e *B. opalinus* (Figura 36).



**Figura 36.** Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica sobre a abundância das espécies de peixes e variáveis ambientais com as amostras codificadas pelo ciclo estação do ano no Reservatório de Lajes, RJ. P= primavera; V= verão; O=outono; I= inverno.

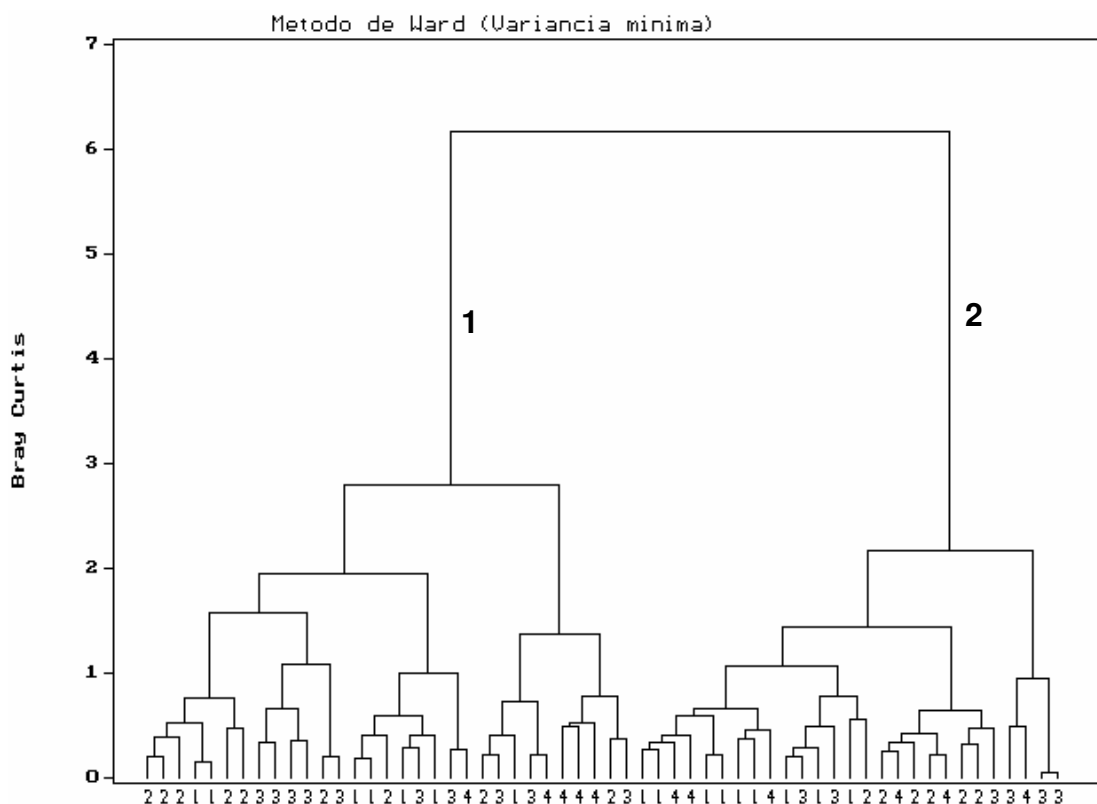
### 3.5.4. Análise de Agrupamento

A classificação da matriz em modo-Q (amostras) para abundância das espécies, quando codificada pelos horários de coleta, separou 2 grupos, havendo predominância das amostras período diurno (1) no grupo 1 e do período noturno (3) no grupo 2 (Figura 37). Amostras do anoitecer (2) e do amanhecer (4) ocorrem em ambos os grupos.



**Figura 37.** Dendrograma da análise de agrupamento (modo-Q) dos dados de abundância numérica das 19 espécies capturadas no Reservatório de Lajes, codificadas conforme o horário de coleta, onde 1=dia, 2=anoitecer, 3=noite e 4=amanhecer, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

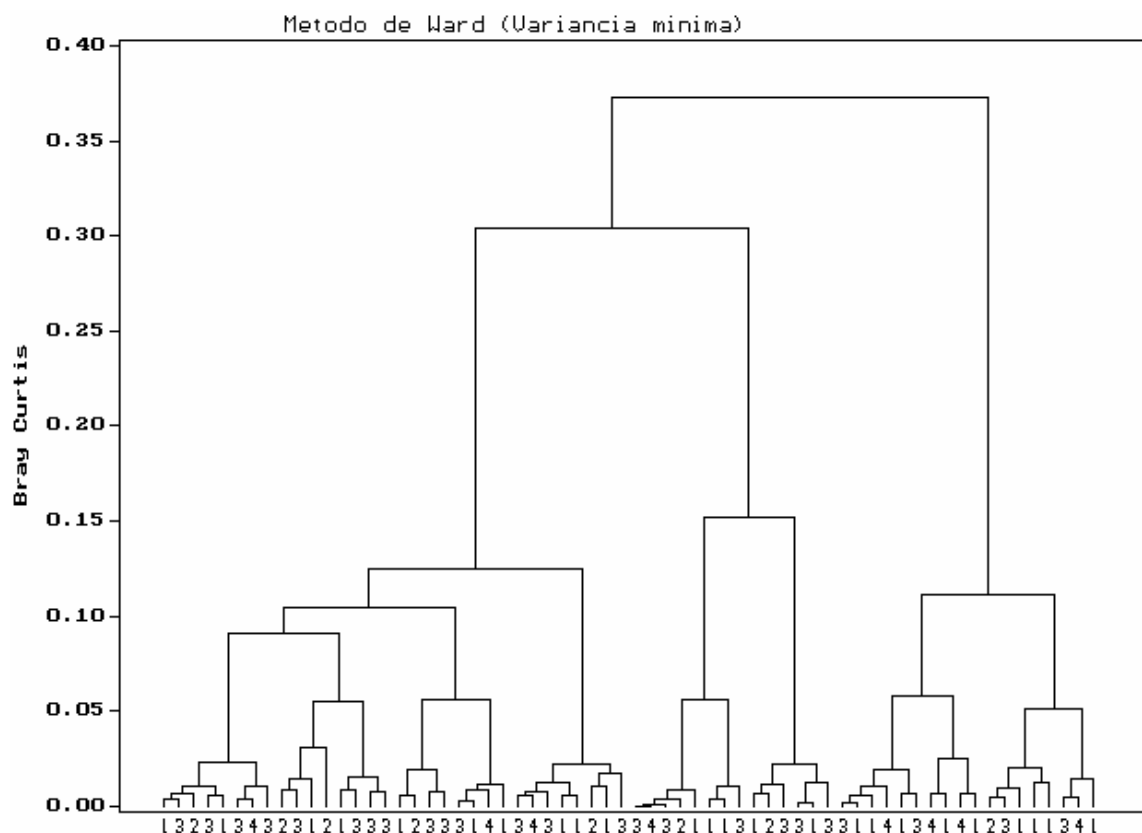
Este mesmo dendograma, quando codificado pelas estações do ano, não apresentou separação evidente, não obstante à separação dia/noite verificada anteriormente (Figura 38).



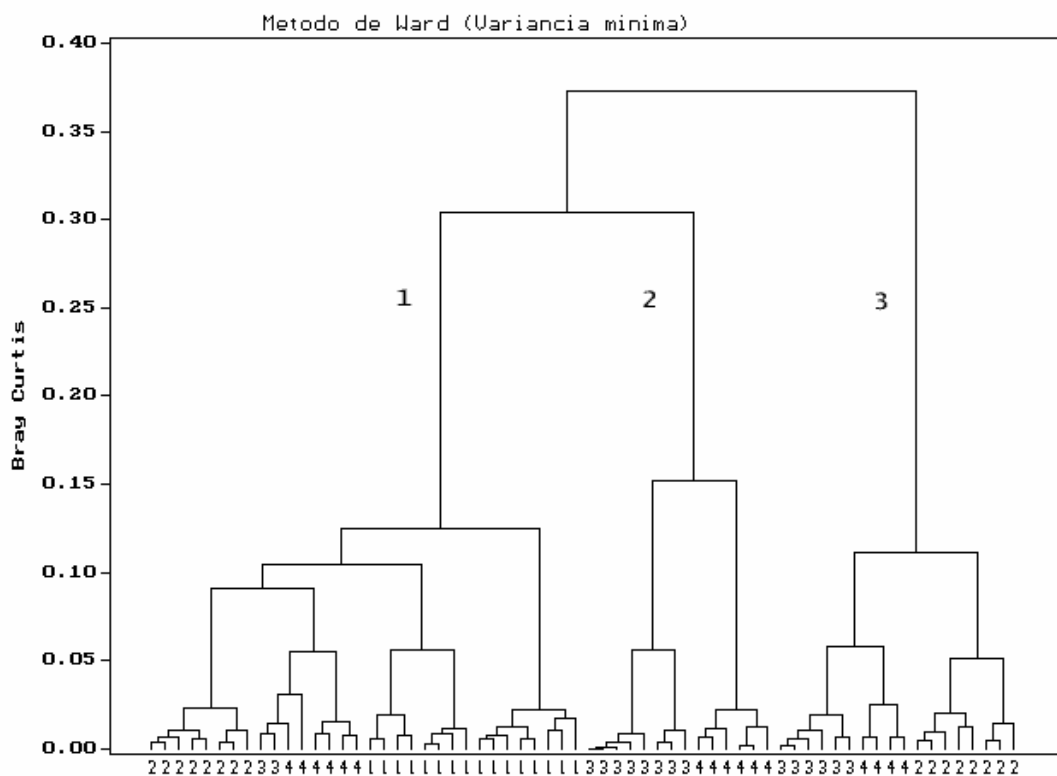
**Figura 38.** Dendograma da análise de agrupamento (modo-Q) dos dados de abundância numérica das 19 espécies capturadas no Reservatório de Lajes, codificadas conforme a estação do ano, onde 1=primavera, 2=verão, 3=outono e 4=inverno, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.



A matriz para os fatores ambientais, quando agrupada por horário de coleta não apresentou separação evidente entre nenhum horário (Figura 39). Por outro lado, este agrupamento, quando codificado pelas estações do ano, caracterizou-se por formar 3 grupos, ao nível de corte de 0,15. O grupo 1 foi formado predominantemente pelas amostras da primavera e do verão; o grupo 2 foi formado exclusivamente por amostras feitas no outono e no inverno; já o grupo 3 consistiu principalmente de amostras coletadas no verão e no outono (Figura 40).

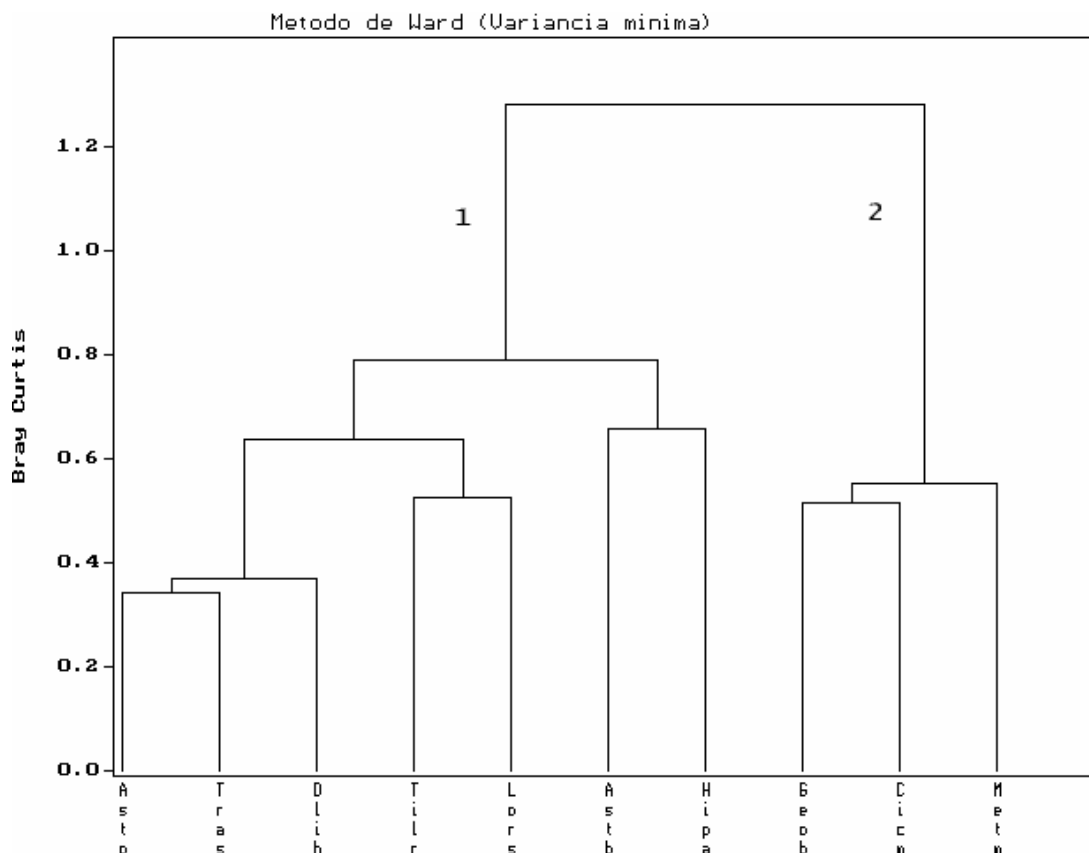


**Figura 39.** Dendrograma da análise de agrupamento (modo-Q) dos fatores ambientais no Reservatório de Lajes, codificadas conforme o horário de coleta, onde 1=dia, 2=anoitecer, 3=noite e 4=amanhecer, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.



**Figura 40.** Dendrograma da análise de agrupamento (modo-Q) dos fatores ambientais no Reservatório de Lajes, codificadas conforme a estação do ano, onde 1=primavera, 2=verão, 3=outono e 4=inverno, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

A classificação da matriz das espécies abundantes em modo-R apresentou a formação de 2 grupos: o grupo 1 constituído por *A. paraybae*, *T. striatulus*, *O. hepsetus*, *T. rendalli*, *L. spixii* e *H. affinis*; e o grupo 2, formado por *G. brasiliensis*, *C. monoculus*, e *M. maculatus*; tendo sido desconsideradas as espécies raras (Figura 41).



**Figura 41.** Dendrograma da análise de agrupamento (modo-R) dos dados de abundância numérica das espécies mais abundantes coletadas no Reservatório de Lajes, codificadas pelas espécies, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002. Astp = *A. parahybae*; Tras = *T. striatulus*; Olih = *O. hepsetus*; Tlir = *T. rendalli*; Lors = *L. spixii*; Astb = *A. bimaculatus*; Hipa = *H. affinis*; Geob = *G. brasiliensis*; Cbcm = *C. monoculus*; Metm = *M. maculatus*.

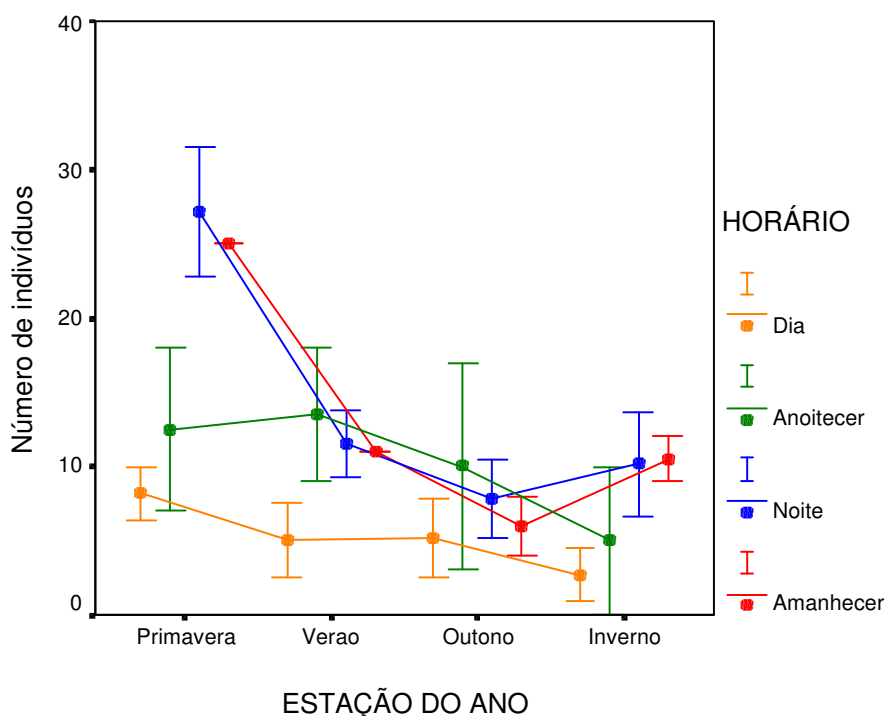
### 3.6. Índices de Diversidade

O número de indivíduos, o número de espécies e os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e Riqueza de Margalef ( $D$ ) apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os períodos do ciclo diurno, com maiores valores durante a noite e menores durante o dia. Entre as estações do ano foram detectadas diferenças significativas entre o número de indivíduos, número de espécies e Riqueza de Margalef ( $D$ ), com a primavera apresentando maiores valores e o inverno, os menores, para todos os índices (Tabela 08).

**Tabela 08.** Resultado do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (H) e teste “a posteriori” de Mann-Whitney para comparação dos índices de diversidade entre os horários de coleta e entre as estações do ano, no Reservatório de Lajes, RJ, entre setembro de 2001 e agosto de 2002. N.S.= diferença não significativa; \*diferença significativa ( $p < 0,05$ ); \*\* diferença altamente significativa ( $p < 0,01$ ). D= dia; N= noite; P=primavera; V=verão; O= outono; I= inverno.

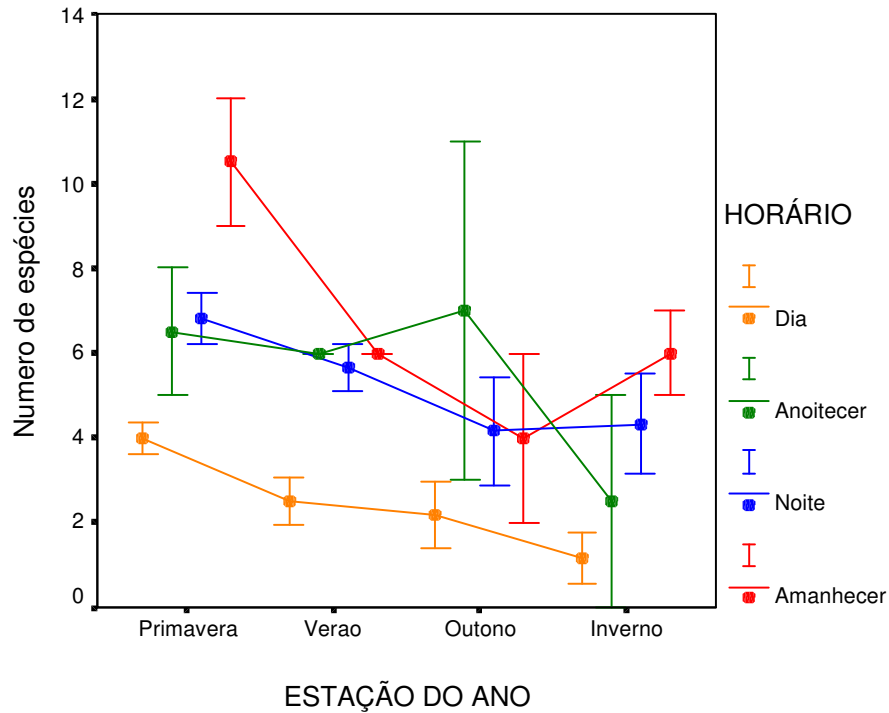
	Horário de coleta		Estação do ano	
	H	Mann-Whitney	H	Mann-Whitney
Nº de indivíduos	0,023*	N>D	0,003**	P>V>O>I
Nº espécies	0,000**	N>D	0,011*	P>V>O>I
Shannon-Wiener (H')	0,000**	N>D	n.s.	-
Riqueza de Margalef (D)	0,000**	N>D	0,045*	P>V>O>I
Equitabilidade (J)	n.s.	-	n.s.	-
Simpson (SI)	n.s.	-	n.s.	-

Quando analisado o número de indivíduos (CPUE), durante o dia foram encontrados os menores valores em todas as estações do ano, decrescendo até o inverno. Já os maiores valores, atingiram picos na primavera, tanto à noite quanto no amanhecer. Estes horários apresentaram valores semelhantes, sugerindo uma mesma tendência, diferentemente do dia e do anoitecer (Figura 42).



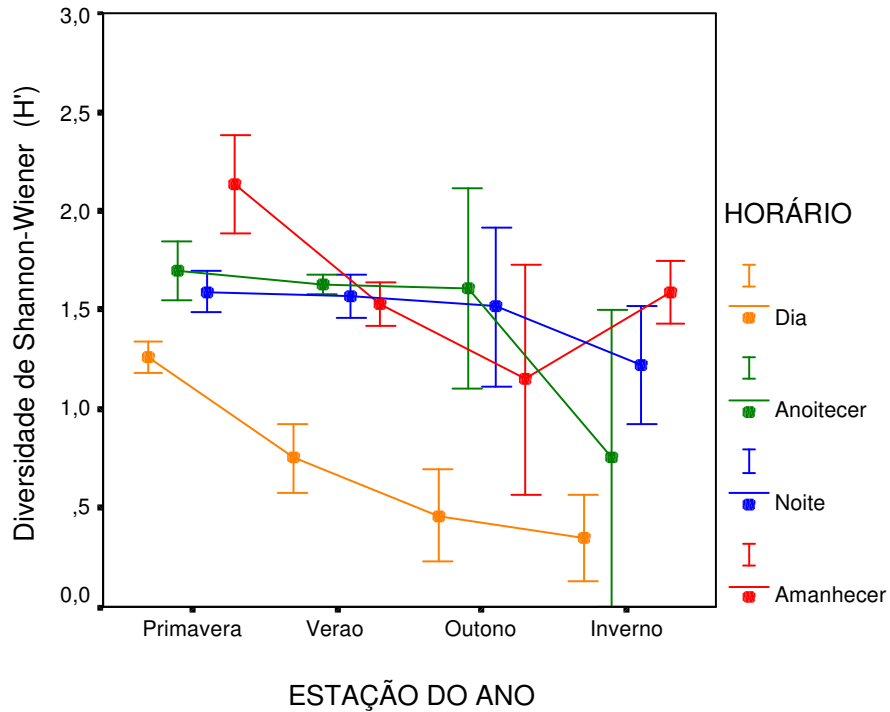
**Figura 42.** Médias e erros padrões (barras verticais) do número de indivíduos por estações do ano e por horários de coleta, no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

Os maiores valores para número de espécies foram detectados no amanhecer da primavera e os menores durante o dia do inverno. A exemplo do número de indivíduos, o número de espécies foi menor durante o dia em todas as estações do ano. Um padrão pode ser detectado entre as estações do ano, com a primavera apresentando os maiores números de espécies, e o outono/inverno, os menores (Figura 43).



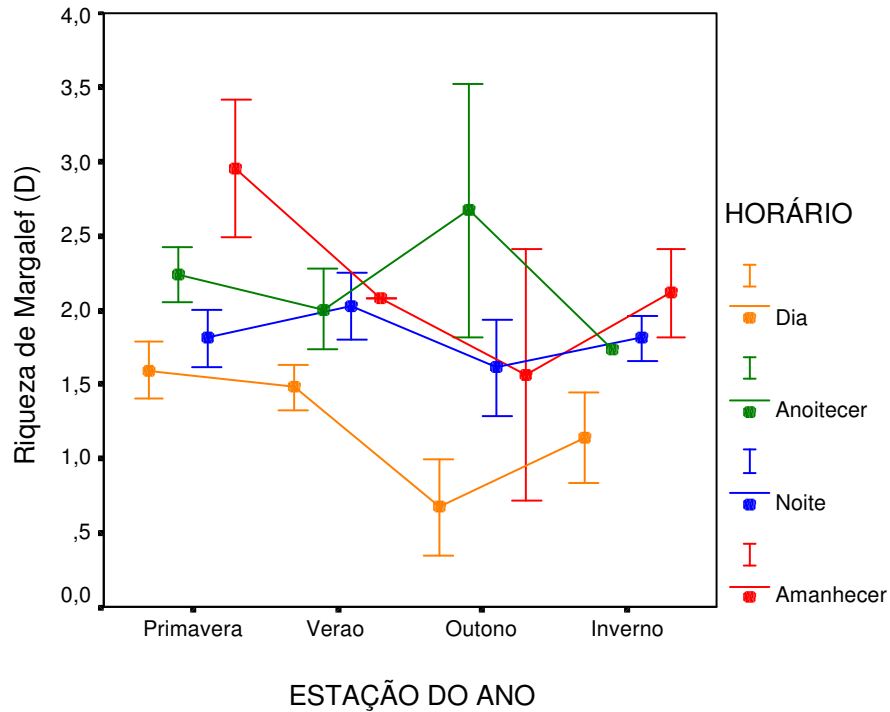
**Figura 43.** Médias e erros padrões (barras verticais) do número de espécies nas estações do ano e por horários de coleta, no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

O índice de Diversidade de Shannon-Wiener apresentou o mesmo padrão durante o anoitecer e a noite, sendo os maiores valores na primavera e os menores no inverno. Durante o dia e o amanhecer, também os maiores valores foram observados na primavera e os menores, no inverno para o dia, e no outono para o amanhecer (Figura 44).



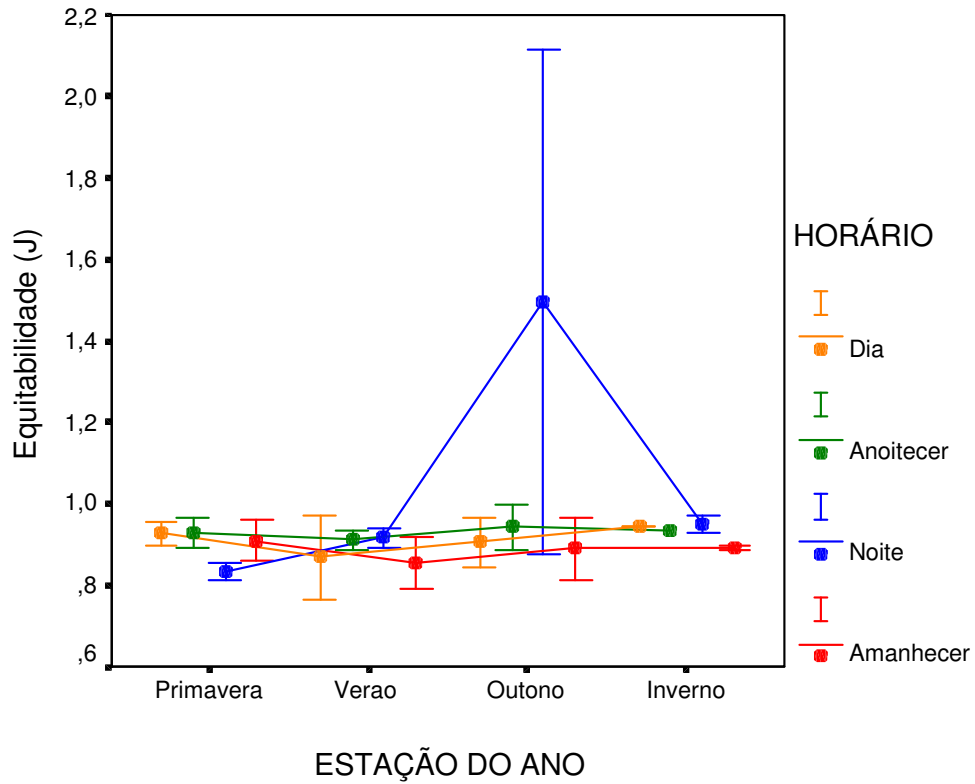
**Figura 44.** Médias e erros padrões (barras verticais) do índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) por estação do ano e por horário de coleta, Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

A riqueza de Margalef ( $D$ ) apresentou um padrão semelhante para todos os horários, sendo o dia o período com os menores valores. Entre as estações do ano, os menores valores foram detectados no outono e os maiores na primavera, exceto para o anoitecer, quando os maiores valores ocorreram no outono (Figura 45).



**Figura 45.** Médias e erros padrões (barras verticais) de riqueza de Margalef (D) por estação do ano e por horário de coleta, no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

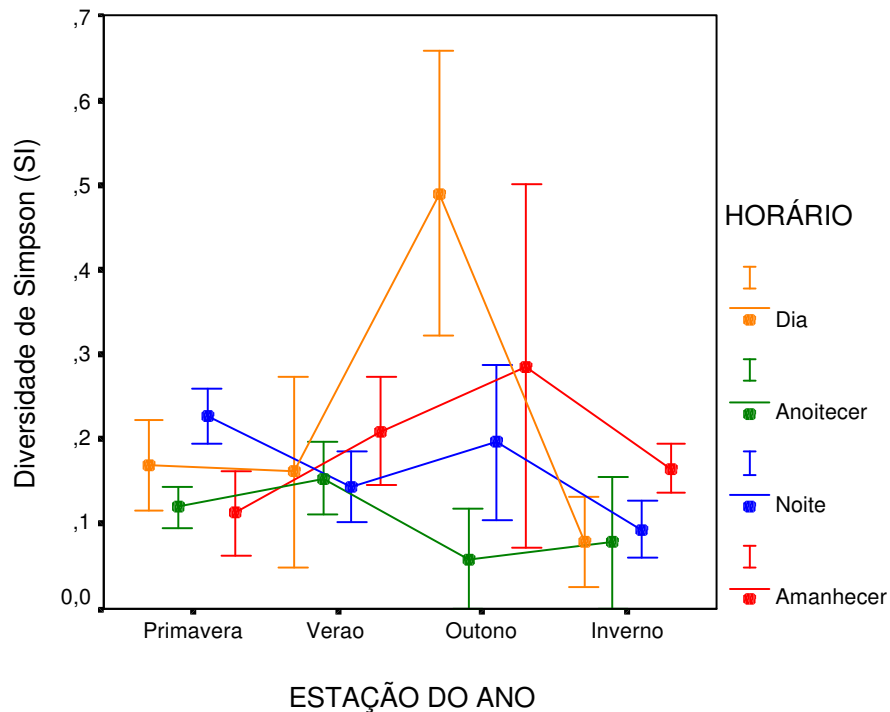
Os valores para Equitabilidade (J) apresentaram um padrão diferenciado entre as estações do ano e os períodos do dia, mantendo-se em torno 0,9 durante todo o período examinado. Apenas no outono durante o período da noite registrou-se um pico de equitabilidade (Figura 46) indicando a ausência de variação diurna e sazonal (Tabela 09).



**Figura 46.** Médias e erros padrões (barras verticais) da Equitabilidade (J) por estação do ano e por horário de coleta, Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

O índice de diversidade de Simpson (SI), não apresentou um evidente padrão de variação entre os horários e entre as estações do ano. Os maiores valores foram registrados durante o dia e os menores durante o anoitecer, ambos durante o outono (Figura 47).





**Figura 47.** Médias e erros padrões (barras verticais) do índice de diversidade de Simpson (SI) por estação do ano e por horário de coleta, no Reservatório de Lajes, no período de novembro de 2001 a agosto de 2002.

De uma forma geral, as menores diversidades e riquezas da ictiofauna foram encontradas durante o dia, em oposição à noite e ao crepúsculo, quando foram registrados os maiores da maioria dos índices de diversidade. Sazonalmente, as menores diversidades foram verificadas no inverno/outono e as maiores na primavera, embora em alguns casos esta regra não tenha ocorrido.

#### 4. DISCUSSÃO

A variação diurna parece ser a mais importante estratégia utilizada pelos peixes para coexistirem no reservatório de Lajes. Em geral os Characiformes predominaram durante a noite, enquanto Ciclídeos (Perciformes), durante o dia, com os Siluriformes estando amplamente distribuídos ao longo do ciclo dia/noite. As três espécies mais abundantes ocorreram predominantemente durante a noite, como foi o caso de *A. parahybae*, *O. hepsetus*, *T. striatulus*. Por outro lado, as espécies abundantes *M. maculatus* e *G. brasiliensis* apresentaram maiores ocorrências no período diurno. Mecanismos de partição dos recursos permitem as espécies coexistirem, com a segregação ocorrendo ao longo das dimensões tróficas, espaciais e temporais dos recursos (Piet, 1996). A partição temporal reduz a competição por interferência que é determinada por interação direta entre organismos utilizando o espaço comum, diferentemente da competição exploratória, que está relacionada com a depleção dos recursos e pode ser evitada por separação trófica e espacial.

*Astyanax parahybae* e *O. hepsetus* são Characiformes largamente distribuídos em ambientes aquáticos do sudeste do Brasil. *Astyanax* sp. e *M. maculatus* no rio Tibagi têm sido citados como de ampla distribuição nos períodos dia/noite (Bennemann et al. 2000), com pequeno predomínio durante o dia; neste trabalho observou-se uma diferenciação na atividade destas duas espécies ao longo do ciclo diurno. *T. striatulus* constituiu um abundante representante de Siluriformes de hábito noturno, confirmando que tais hábitos são comuns entre os Siluriformes (Helfman et al, 2000). Já o hábito diurno de *G. brasiliensis* concorda com a maioria dos ciclídeos, que são conhecidos por utilizar a visão como sentido predominante de orientação (Barthem, 1987; Goldstein, 1973; Ferreira et al, 1998; Lowe-McConnell, 1999), possuindo inclusive características de serem dificilmente capturados com artes passivas, como as redes de espera, pela facilidade de visualizarem tais equipamentos.

A ausência de variações significativas nas variáveis ambientais ao longo do ciclo dia/noite sugere que interações bióticas estejam na base de tais mudanças na atividade diária da comunidade de peixes. Mudanças no hábito alimentar têm sido atribuídas à coexistência com outras espécies, podendo inclusive configurar uma estratégia para evitar a predação (Lowe-McConnell, 1999).

Na Represa de Ribeirão das Lajes, *C. monoculus*, tem sido indicado como um predador de topo com atividade durante o dia (Santos et al, 2001). Este ambiente, também tem sido referido como oligotrófico e com recursos alimentares escassos, devido a seus baixos valores de nutrientes, principalmente nitrato, fosfato, sulfato e clorofila a (Gonzalez, 2003; FEEMA, 1998; LIGHT/UNIRIO, 2003); este estado trófico associado à ampla variação do nível da água, que limita o espaço (abrigos) e disponibilidade de alimento, podem resultar em fatores estressantes para as espécies de peixes no reservatório, permitindo que esta espécie pratique intenso canibalismo.

Ricklefs (2003) sugere que a competição intraespecífica pelo alimento é intensa quando a densidade da população é elevada, o que pode gerar o canibalismo. Já Nikolsky (1963) afirma que em muitos casos o canibalismo pode atuar como um regulador da abundância e das relações alimentares. Lowe-McConnell (1999) cita que espécies de *Cichla* praticam o canibalismo na ausência de outras presas. No Reservatório de Lajes é registrada

uma das taxas mais elevadas de canibalismo por *Cichla monoculus* (Gonzalez, 2003), o que sugere que esta espécie funcione como predador de topo e que a baixa disponibilidade de presas poderia estar forçando a realizar o canibalismo.

Neste contexto, a mudança de comportamento destes dois Characiformes poderia estar associada como estratégia de evitar a predação pelo *C. monoculus*, especialmente para o caso das espécies de *Astyanax*. A mudança de atividade de *O. hepsetus* também poderia ser motivada para evitar sobreposição de nicho com *C. monoculus*, uma vez que ambos são carnívoros, e por ser *C. monoculus*, uma espécie de maior tamanho, que poderia predar tanto jovens como formas adultas de *O. hepsetus*. A maioria dos *Oligosarcus* possui hábitos carnívoros, predando insetos, crustáceos e pequenos peixes (Agostinho & Gomes, 1997; Gealh & Hahn, 1998). No reservatório de Lajes, foi verificada uma dieta predominante para esta espécie de peixes e insetos, sendo levantada a hipótese desta espécie estar competindo com *C. monoculus* (Cussa et al., 2004), o que reforça a idéia da separação destas espécies ao longo do ciclo dia/noite.

A variação sazonal não foi evidente entre as espécies mais abundantes, com ampla distribuição dos indivíduos ao longo das estações. A ausência de grandes contribuintes na formação do reservatório de Lajes resultou na ausência de rotas migratórias para as espécies do lago, uma situação diferenciada da maioria dos grandes reservatórios brasileiros produzidos para fins hidrelétricos, que barraram grandes rios. Outros trabalhos sobre abundância relativa de peixes no reservatório de Lajes também não indicaram sazonalidade para os peixes abundantes (Araújo & Santos, 2001; Duarte & Araújo, 2001; Duarte et al., 2002).

As variáveis ambientais examinadas, não obstante apresentarem marcadas mudanças ao longo do ciclo sazonal, parecem não exercer influência na distribuição e ocorrência das espécies. Esta falta de padrão sazonal sugere que as espécies do reservatório não dependem diretamente dos fatores abióticos. Araújo & Santos (2001), estudando a distribuição de peixes neste reservatório, também não encontraram associações evidentes entre a abundância das espécies e os parâmetros ambientais. Lowe McConnell (1991) afirma que a sazonalidade de um habitat afeta vários aspectos relacionados com a vida em comunidade, como alimentação e reprodução.

Dentre as variáveis ambientais analisadas, seria de se esperar que o nível da água e a pluviosidade tivessem grande interferência no desenvolvimento das espécies de peixes, uma vez que movimentos dos peixes são geralmente controlados pelo nível da água (Lowe-McConnel, 1991). Oscilações no nível do reservatório podem afetar a reprodução de algumas espécies que desovam nas margens, expondo ovos e alevinos. Se a espécie desova no período de chuvas, o impacto é atenuado. Por outro lado, a diminuição do nível da água também pode diminuir a complexidade dos microhabitats, com perda de locais de refúgio e procriação, e a quantidade de alimentos disponíveis, uma vez que neste período a influência da mata ciliar é diminuída. Assim, quanto maior o nível da água, maior a oferta de abrigos e de alimentos, além de contribuir para diminuição da competição, por oferecer melhores condições aos jovens de chegarem à fase adulta, mantendo as populações de peixes (Bizerril & Primo, 2001).

A pluviosidade média mensal do período analisado não coincide com o nível da água. As maiores quantidades de chuvas ocorreram durante a primavera/verão, permitindo a elevação do nível da água nos meses subseqüentes. No reservatório de Lajes, os ciclos de pluviosidade e do nível da água não são coincidentes, face à natureza do reservatório para demanda de energia elétrica. Os picos de nível da água ocorrem aproximadamente 2 a 3

meses após o pico de pluviosidade, o mesmo acontecendo para os períodos de menores valores. Tal diferenciação poderia influenciar em processos fisiológicos das populações que teriam que se adaptar a mais este condicionamento ambiental.

Foi possível notar a influência da transparência, principalmente através da Análise de Correspondência Canônica (CCA), porém como esta variável foi medida apenas durante o dia, tais resultados poderiam apenas estar coincidindo com outras variáveis mais determinísticas da variabilidade dia/noite, servindo como fator de interação ou co-variação. A formação de duas assembléias de peixes ao longo do período dia/noite pode ser bem evidenciada também pela Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), que não considera a influência das variáveis ambientais, indicando que esta separação não deve ter influência direta destes fatores abióticos.

Era esperado que a turbidez também fosse correlacionada com a distribuição das espécies, já que existe uma variação inversa entre este fator e a transparência. Contudo, este parâmetro depende quantitativamente das partículas suspensas e dos compostos dissolvidos (Esteves, 1988), o que pode dificultar a dispersão da radiação, diminuindo a transparência. Assim, como a turbidez não se relaciona com a distribuição das espécies temporalmente, pode-se supor que a transparência só é evidenciada porque já existe uma separação dos grupos, independente da ação desta variável no reservatório.

O oxigênio dissolvido apresentou evidentes mudanças ao longo do ciclo sazonal, o que pode indicar uma grande variação na taxa de produção primária ao longo do ano, interferindo na disponibilidade de fitoplâncton e até alterando na teia alimentar. Esta variação sazonal sofre uma grande influência da temperatura, uma vez que elevadas temperaturas em regiões tropicais proporcionariam a decomposição de matéria orgânica e aceleraria o consumo do oxigênio (Esteves, 1988).

As variações sazonais da temperatura, no entanto, não coincidiram com variações na ocorrência da ictiofauna no reservatório de Lajes. Os aumentos de temperatura, que coincidem com as elevações de pluviosidade e dos níveis da água, são variáveis importantes na determinação das migrações reprodutivas (piracema) nos rios do Sudeste do Brasil (Godoy, 1967); em ribeirão das Lajes, no entanto, estes ciclos são diferenciados no tempo, com os maiores níveis da água não coincidindo com os picos de pluviosidade nem com os aumentos de temperatura, o que pode ser mais um fator estressante para as comunidades de peixes enfrentam em reservatórios construídos para fins de produção de energia elétrica. Sazonalmente, o pH apresentou um decréscimo ao longo das estações do ano, desde a primavera até o inverno, sugerindo uma relação inversa com a temperatura da água. Isto indica que durante a primavera a taxa de produção primária deve ser maior, assim como a disponibilidade de alimentos para, principalmente, as espécies de *Astyanax* (Hahn et al, 1997).

Uma das formas de avaliar mudanças na composição e estrutura das comunidades é a utilização dos índices de diversidade, que por sua vez também funcionam como indicadores da qualidade do ambiente (Bizerril & Primo, 2001). Estes índices, como o de Diversidade de Shannon-Wiener ( $D'$ ), são amplamente utilizados e de fácil compreensão; contudo tais índices dependem do tamanho da amostra e variam conforme a região, dificultando as comparações (Fausch et al., 1990). No reservatório de Lajes, pode ser identificada uma comunidade com menor diversidade e menor riqueza de espécies durante o dia, indicando uma maior atividade de peixes durante o período noturno.

A comunidade de peixes do reservatório de Lajes foi representada neste trabalho apenas por 19 espécies, sendo este baixo número influenciado pelo único equipamento de

pesca (redes de espera) utilizado neste trabalho. Araújo & Santos (2001) também registraram um total de 13 espécies utilizando redes de espera e picarés. Este número foi elevado recentemente para 30 (Araújo, comunicação pessoal) como resultado de um mais intenso esforço de pesca realizado naquele ambiente a longo prazo, porém de uma forma geral, tal número indica uma comunidade de baixa riqueza específica. Destes números conclui-se que a baixa diversidade do ambiente pode estar associado às suas limitações nos recursos disponíveis. Wootton (1990) reporta que o número de espécies presentes em um ambiente reflete a variedade de habitats e o potencial de fontes alimentares disponíveis. Lowe-McConnel (1991) sugere que a presença ou ausência de espécies em um determinado ambiente não depende somente das condições de um local particular, mas da disponibilidade de locais de alimentação e reprodução convenientes e refúgios de condições adversas em áreas adjacentes a estes locais, com as características topográficas e suas influências nas mudanças sazonais no nível da água parecendo governar estes eventos.

Em Ribeirão das Lajes, as variações dos níveis da água, em períodos diferenciados do ciclo sazonal de pluviosidade, acarretam a exposição das margens, tornando os abrigos da vegetação marginal inacessíveis em períodos das elevadas temperatura, bem como a inexistência de rotas migratórias por grandes tributários, condiciona a ictiofauna a um sistema particular de intensas pressões ambientais e limitações dos recursos tanto alimentares como de disponibilidade de habitat. Este quadro pode ter levado as espécies à adaptação, mesmo no curto período de tempo em que o reservatório foi construído (um século), a desenvolver mecanismos de coexistência, principalmente a variação na atividade ao longo do ciclo dia/noite constatado neste trabalho.

## 5. CONCLUSÕES

- I. A separação na atividade das espécies mais abundantes ocorreu ao longo do ciclo dia/noite, com as espécies de *Astyanax*, *O. hepsetus* e *T. striatulus* predominando durante a noite, enquanto *G. brasiliensis* e *M. maculatus*, predominaram durante o dia. As mudanças nas expectativas de atividade destes três Characiformes foram provavelmente desenvolvidas para evitar competição (caso do *O. hepsetus*) ou predação por *C. monoculus*, o carnívoro de topo de maior porte na comunidade de peixes do reservatório de Lajes.
- II. Não ocorreu variação sazonal na abundância das espécies, embora a maioria das variáveis ambientais examinadas (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, profundidade, pluviosidade e nível da água) tenha variado sazonalmente, indicando ausência de relações significantes entre a ocorrência dos peixes e os parâmetros abióticos examinados.
- III. Os indicadores de diversidade mostraram variações diurnas, com menores valores durante o dia, uma indicação que a maior parte da comunidade apresenta atividade noturna; também indicações de maior diversidade da comunidade na primavera e menor no inverno foram apresentadas, embora com alguma variabilidade em algumas estações do ano ou períodos do ciclo dia/noite.
- IV. As técnicas multivariadas de ordenação e agrupamentos coincidiram em seus resultados ao apresentar um padrão diurno bem definido para as assembleias de peixes e nenhum padrão sazonal; com relação às variáveis ambientais, foi apresentado o oposto, com uma variação sazonal bem definida e nenhum padrão no período dia/noite. Tais resultados sugerem uma estratégia da organização da comunidade mais ao longo do ciclo diurno do que associada a variáveis ambientais ou a variabilidade sazonal.
- V. Interações bióticas associadas à limitação dos recursos no oligotrófico reservatório de Lajes, poderiam ser os mecanismos responsáveis pelas estratégias de separação das espécies, que ocorreram principalmente na dimensão do componente diurno, permitindo a coexistência das mesmas e evitando a competição por interferência entre os grupos abundantes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A. & L. C. GOMES. 1997. **Bases Ecológicas para o Manejo**. Maringá. EDUEM co-edição com COPEL e NUPELIA (UEM). 387p.
- ANGERMEIER, P. L., & J. R. KARR. 1984. Relationships between woody debris and fish habitat in a small warmwater stream. **Transactions of the American Fisheries Society** **113**: 716-726.
- ARAÚJO, F.G. & L.N. SANTOS. 2001. Distribution of Fish Assemblages in Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, **Brazil. Braz. J. Biol.**, **61** (4):563-576.
- BARTHEM, R.B. 1987. Uso de redes de espera no estudo de ritmos circadianos de algumas espécies de peixes nos lagos de várzea do rio Solimões. **Rev. Bras. Zool.** **3** (7): 409-422.
- BENNEMANN, S.T.; O.A. SHIBATTA & J.C.GARAVELLO. 2000. **Peixes do Rio Tibagi: uma abordagem ecológica**. Ed. UEL, Londrina. 62p.
- BIZERRIL, C.R.S.F. & P.B.S PRIMO. 2001. **Peixes de águas de interiores do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. FEMAR – SEMADS. 415p.
- BRITSKI, H. A., Y. SATO & A. B. S. ROSA. 1984. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para peixes da Bacia do São Francisco**. Brasília - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF - Divisão de Piscicultura e Pesca, 3ª edição, 115p.
- CLIFORD, H.T. & W. STEVENSON. 1975. **An introduction to numerical classification**. Academic Press, New York.
- CUSSA, C.; SANTOS, R.N.; SANTOS, L.N.; SANTOS, A.F.G.N.; ARAUJO, F.G. 2004. Feeding habits of *Oligosarcus hepsetus* (Characiformes, Characidae) in Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.65, n. 3, p. 0-0.
- DAJOZ, R. 1983. **Ecologia geral**. 4ª ed., Eds. Vozes/ EDUSP, Petrópolis, Brasil, 472 p.
- DUARTE, S. & F.G. ARAÚJO. 2001. Abundância relativa e distribuição de *Loricariichtys spixii* (Steindachner) (Siluriformes, Loricariidae) no reservatório de Lajes, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** **18**(2): 465-477.
- DUARTE, S., C.B. CAETANO, R.N. VICENTINI & F.G. ARAÚJO. 2002. Distribuição e abundância relativa de cumbaca *Trachelyopterus striatulus* Steindachner (Osteichthyes, Auchenipteridae) no reservatório de Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** **19**(3): 925-933.
- ESTEVEES, F.A. 1988. **Fundamentos de Limnologia**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, RJ. 575p.

FAUSCH, K.D., J. LYONS, J.R. KARR & P.L. ANGERMEIER. 1990. Fish communities as indicator of environmental degradation. *In*: ADAMS, S.M. **Biological indicator of stress in fish**. Bethesdas, Maryland. 123-144pp.

FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente) 1988. Reservatórios e lagos do Estado do Rio de Janeiro. Relatório Técnico – FEEMA, Rio de Janeiro, 180 p.

FERREIRA, E.J.G., J.A.S. ZUANON, G.M. SANTOS. 1998. **Peixes comerciais do médio Amazonas: região de Santarém, Pará**. Ed. IBAMA. Brasília.

GEALH, A.M. & HAHN, N.S. 1998. Alimentação de *Oligosarcus longirostris* do reservatório de Salto Segredo, Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 15(4):985-993.

GELWICK, F.P. & W.J. MATTHEWS. 1990. Temporal and spatial patterns in littoral-zone fish assemblages of a reservoir (Lake Texoma, Oklahoma-Texas, USA). **Environmental Biology of Fishes**, 27: 107-120.

GODINHO, F.N., M.T. FERREIRA & M.I.P e CASTRO. 1998. Fish assemblage composition in relation to environmental gradients in Portuguese reservoirs. **Aquat. Living Resour.**, 11(5): 325-334.

GODOY, M.P. 1967. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do rio Mogi-Guassu. **Rev. Bras. Biol.**, 27: 1-12.

GOLDSTEIN, R.J. 1973. **Cichlids of the world**. New Jersey. T.F.H. Publications.

GONZALEZ, A.F. 2003. 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. 123p.

HALBOTH, D.A. 1995. Estrutura da comunidade de peixes do lago Batata (Rio Trombetas, PA). **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 134p.

HAHN, N.S. , R. FUGI, V.L.L. de ALMEIDA, M.R. RUSSO, V.E. LOUREIRO. 1997. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. *In*: AGOSTINHO, A. A. & L. C. GOMES. 1997. **Bases Ecológicas para o Manejo**. Maringá. EDUEM co-edição com COPEL e NUPELIA (UEM). 141-162pp.

HELFMAN, G. S., B. B. COLLETTE & D. E. FACEY. 2000. The Diversity of Fishes. Blackwell Science, Inc. 528 p.

HILL, M.O. 1973. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. **Journal of Ecology** 61: 237-249.



HILL, M.O. & H. G. GAUCH. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. **Vegetatio** 42: 47-58.

HOBSON, E.S. 1965. Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. **Copeia**, 3: 291-302.

HOBSON, E.S. 1972. Activity of hawaiian reef fishes during the evening and morning transitions between daylight and darkness. **Fish.Bull.**, 70(3): 715-740.

LAUDER, G.V. & LIEM, K. F. 1983. The evolution and interrelationships of the actinopterygian fishes. **Bull. Mus. Com. Zool**, 150: 95-197.

LIGHT/IESA, Internacional de Engenharia S/A. 1991. **Reservatório de Lajes- Estudo de viabilidade para o alceamento do nível d'água – Relatório Final** SLP, 1-102, RE (RMD- 6102-RE). Rio de Janeiro. Vol.1. 380p.

LIGHT (Light Serviços de Eletricidade S.A.) / UNIRIO (Universidade do Rio de Janeiro). 2003. Estudo da biodiversidade das comunidades planctônicas e do estado trófico dos reservatórios do complexo de Ribeirão das Lajes. Relatório de dados físicos e químicos, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1, 26 p.

LOWE-McCONNEL, R.H. 1991. Natural history of fishes in Araguaí and Xingu Amazonian tributaries, Serra do Roncador, Mato Grosso, Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, 2 (1): 63-82.

LOWE-McCONNEL, R.H. 1999. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. Ed. da Universidade de São Paulo, SP. 534p.

MACIEL, N.A.L. 1995. Estudo sobre a composição, distribuição, abundância e diversidade da ictiofauna de três enseadas na região litorânea de Ubatuba– Estado de São Paulo- Brasil. **Dissertação de mestrado**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo. 141p.

MARSHALL, T.R. & P.A RYAN. 1987. Abundance patterns and community attributes of fishes relative to environmental gradients. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 4: 198-215.

MÉRIGOUX , S. & D. PONTON. 1999. Spatio-temporal distribution of young fish in tributaries of natural and flow-regulated sections of neotropical river in French Guiana. **Freshwater Biology** 42: 177-198.

METHVEN, D.A., R.L. HAEDRICH & G.A. ROSE. 2001. The fish assemblage of a Newfoundland Estuary: diel, monthly and annual variation. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 52: 669-687.

NIKOLSKY, G. V. 1963. **The ecology of fishes**. London, Academic Press. 262p.

ODUM, E. P. 1983. **Ecologia**. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara. 434p.

- PESSANHA, A. L. M. 2000. Variações espaciais, temporais e diurnais nas assembléias de peixes jovens da baía de Sepetiba, RJ. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 96p.
- PIET, G. J. 1996. **On the ecology of a tropical fish community**. Vissen en Schubben. Baarn, Holand. 187 p.
- RICKLEFS, R.E. 2003. **Economia da Natureza**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 503p.
- ROCHA, M. L. C. F. 1997. Variação na composição e na abundância da ictiofauna ao longo de 24 horas, na enseada das Palmas, Ilha Anchieta (SP). **Dissertação de mestrado**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo. 108p.
- SANTOS, L. N., A. F. GONZALEZ & F. G. ARAÚJO. 2001. Dieta do tucunaré-amarelo *Cichla monoculus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes, Cichlidae), no reservatório de Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, 18 (1): 191-204.
- SCHAEFER, S.A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of Neotropical Cascudinhos (Silurioidei:Loricariidae). In: MALABARBA, L.R. R.E. REIS, R.P. VARI, Z.M.S. LUCENA & C.A. LUCENA. **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. Ed PUCRS, Porto Alegre. 375-400.
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF. 1998. **Biometry**. 3<sup>o</sup> ed. W. H. Freeman and Company. New York. 887p.
- TER BRAAK, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology** 67: 1167- 1179.
- TOLEDO F<sup>o</sup>, S. A. 1983. Distribuição espacial do curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881, do rio Mogi- Guaçu. **Ciência e Cultura**, 35(8): 1112-1114.
- VALENTIN, J. L. 1995. Agrupamento e ordenação, p. 25-55. In: Peres-Neto, P. R.; J. L. VALENTIN & F. A. S. FERNADEZ (eds.), Tópicos em tratamento de dados biológicos, **Oecologia brasiliensis** Vol II.
- VALENTIN, J. L. 2000. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 117 p.
- VARI, R.P. & L.R. MALABARBA. 1998. Neotropical ichthyology: an overview. In: MALABARBA, L.R. R.E. REIS, R.P. VARI, Z.M.S. LUCENA & C.A. LUCENA. **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. Ed PUCRS, Porto Alegre. 1-12.
- WINEMILLER, K.O., S. TARIM, D. SHORMANN & J.B. COTNER. 2000. Fish assemblage structure in relation to environmental variation among Brazos River Oxbow Lakes. **Transactions of American Fisheries Society**, 129: 451- 468.

WOOTOON, R. J. 1990. **Ecology of teleost fish**. London: Chapman & Hall, 404 p.