

Composição e riqueza da ictiofauna em sete reservatórios da LIGHT e relações com variáveis ambientais

Francisco Gerson Araújo

Resumo - A ictiofauna de sete reservatórios (Santa Branca, Ribeirão das Lajes, Tocos, Santana, Vigário, Pereira Passos e Ilha dos Pombos) da LIGHT foi relacionada com variáveis ambientais (temperatura, condutividade, pH, potencial redox, oxigênio dissolvido, transparência, totais de sólidos suspensos e turbidez), entre janeiro e março de 2008, visando detectar eventuais padrões de dependências. Os reservatórios de Lajes e Santa Branca apresentaram melhor qualidade ambiental comparados com os demais reservatórios, por apresentarem maiores transparências e oxigênio dissolvido, pH ligeiramente alcalino, e menores concentrações de sólidos totais suspensos, condutividade e turbidez. A riqueza de espécies variou entre 7 (Tocos) e 22 (Ilha dos Pombos) espécies, com dez espécies dominantes, sendo duas delas introduzidas. Foram verificadas relações de dependências diferenciadas entre espécies e variáveis ambientais, como resultado de condicionantes locais específicas de cada sistema. Em geral, os sistemas aquáticos são estabilizados e com ictiofauna adaptada aos processos de mudanças que ocorreram depois dos barramentos.

Palavras-chave— qualidade ambiental, reservatórios, habitat, peixes.

I. INTRODUÇÃO

Os fatores que influenciam a abundância e diversidade de peixes em reservatórios podem ser divididos em físicos, químicos, biológicos e zoogeográficos ([1]). Muitos estudos reportam os efeitos de barramentos na ictiofauna [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Foi reportado por [8] que construções de reservatórios provocam sérias trocas no ambiente e relevantes perdas de biodiversidade com conseqüências imprevisíveis no médio e longo prazo. Os reservatórios modificam

diferentes aspectos de uma bacia hidrográfica, alterando desde parâmetros físico-químicos de qualidade da água até a estrutura das comunidades de peixes. Em muitos casos, a barragem constitui uma barreira intransponível para os peixes, isolando áreas que certas espécies utilizavam para a reprodução ou para alimentação. Além disto, a água represada forma um novo sistema, do tipo lântico, o que provoca um impacto adicional sobre a comunidade de peixes, onde espécies adaptadas às águas correntes têm suas abundâncias reduzidas ou até podem desaparecer, enquanto aumenta a presença de espécies que melhor se adaptam a novos ambientes lânticos. Assim, a ictiofauna de reservatórios são resultado de um processo de reestruturação das populações de peixes que originalmente ocupavam os rios, com alterações na composição e na abundância de espécies.

A variação sazonal no nível de fluxo da água tanto dos rios, em função da pluviosidade, como dos reservatórios, em função da operação das usinas, é outro fator estruturador das comunidades de peixes [9]. A instabilidade hidrológica e limnológica em rios regulados por barragens podem afetar adversamente a reprodução dos peixes [10], interferindo nos estímulos que iniciam a atividade migratória de algumas espécies. As grandes alterações na vazão a jusante das barragens acarretam a diminuição na frequência das enchentes, bem como a diminuição da turbidez da água, que muitas vezes funciona como fator de proteção para as comunidades de peixes. As lagoas marginais podem não ser inundadas e deixam de funcionar como berçários para peixes jovens, ocasionando conseqüente diminuição da diversidade e abundância da ictiofauna.

As espécies mais afetadas são aquelas que realizam a piracema, ou seja, que migram rio acima para desovar. Por outro lado, as espécies de peixes residentes, e que apresentam variações sazonais na abundância menos evidentes, também são diretamente influenciadas pelas características do habitat e condições locais, que apresentam variações ditadas pelo nível de fluxo do rio, pelo tempo de retenção dos reservatórios e pela variação no nível da água no reservatório, que é ditada mais pela operacionalização das usinas do que pela variação na pluviosidade da área.

O nível do impacto dos represamentos sobre a fauna íctica é influenciado pelas características locais da biota e do próprio reservatório ([11], [12]). Além disso, esta ictiofauna ainda está sujeita a outras ações antropogênicas impactantes, em escala local e regional, como, por exemplo, pecuária extensiva, agricultura com o emprego de produtos químicos,

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela ANEEL e consta dos Anais do VI Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (VI CITENEL), realizado em Fortaleza/CE, no período de 17 a 19 de agosto de 2011.

Este trabalho foi apoiado pela LIGHT Energia S. A. através de contrato de P & D LIGHT/ANEEL/FAPUR (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica da UFRJ), n.º. 4500179742 – P&D 029/2006.

F. G. Araújo trabalha na 'Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro' (e-mail: gerson@ufrj.br).

Gerente do projeto da Light: Luis Antônio Braga Grande.

introdução de cargas orgânicas e inorgânicas (ocasionando a eutrofização), precariedade das práticas de conservação do solo (ocasionando assoreamento), desmatamento, introduções de espécies exóticas e pesca desordenada. Os processos locais (características limnológicas e estruturais do habitat e interações intra e interespecíficas) têm sido apontados como os principais responsáveis pela estruturação das comunidades de peixes nos diferentes tipos de ambientes. Porém a determinação de qual variável é importante no processo de estruturação é dificultada devido à alta correlação entre as mesmas [13]. Portanto, é necessário de realizar inventário de espécies com o objetivo de entender e reduzir o impacto ambiental. A interpretação de mudanças na composição e abundância das espécies de peixes e suas relações com as variáveis ambientais permitem avaliar a qualidade do ambiente [14], [15]. Estudos desta natureza tornam-se relevantes, uma vez que sendo o reservatório um ecossistema artificial onde mudanças no ciclo hidráulico, flutuações no nível da água e os eventos e pulsos imprevisíveis determinam uma contínua reorganização da comunidade de peixes e uma adaptação da ictiofauna as variáveis ambientais, que são mais marcadas e variáveis neste novo sistema artificial formado [16]. O objetivo do presente estudo foi descrever e comparar a ictiofauna nos sete reservatórios da LIGHT e avaliar os efeitos de variáveis ambientais na composição e estrutura da comunidade de peixes. A interpretação destas relações foi utilizada para estimar a qualidade ambiental destes sistemas.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Coletas de peixes e variáveis físico-químicas dos sete reservatórios foram realizadas entre janeiro e março de 2008. Os peixes foram coletados em locais pré-estabelecidos próximos da zona litoral do reservatório, distribuídos ao longo de toda a área do reservatório. Em cada local foram colocadas 3 redes de espera de 30 m de comprimento, 2,5 m de altura e malhas de 25, 50 e 100 mm de distâncias entre nós opostos. As redes ficaram em operação entre o entardecer de um dia e o final da manhã do dia seguinte, permanecendo em operação por cerca de 16 horas.

As variáveis ambientais medidas foram pH, oxigênio dissolvido (mg l^{-1}), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$), turbidez (NTU), transparência de Secchi (cm) e total de sólidos suspensos (mg l^{-1}). Métodos de coleta e medida das variáveis físico-químicas foram previamente publicados [17]. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizada para comparações do número de espécies, número de indivíduos e biomassa dos peixes, bem como das variáveis ambientais, entre os sete reservatórios. O teste “*a posteriori*” de Multicomparação de Posição das Médias foi utilizado para determinação de que médias foram significativamente diferentes ao nível de 95% de confiança. A correlação não paramétrica de postos de Spearman foi utilizada para testar eventuais associações entre os parâmetros da comunidade de peixes (número total, biomassa e número de espécies) e as variáveis ambientais [18].

Os padrões das variáveis ambientais nos diferentes reser-

vatórios foram determinados através da Análise de Componentes Principais, e os padrões da amostras de peixes foram determinados através da Análise de Correspondência Distendenciada. Para avaliar a similaridade da composição da ictiofauna entre as sete represas, foi utilizada uma análise de agrupamento com dados de presença/ausência das espécies. O método de agrupamento foi UPGMA (Unweighted Pair Group Method Average) e a medida de similaridade selecionada foi o índice de Jaccard. Relações entre espécies e variáveis ambientais foram analisadas utilizando o coeficiente de postos de Spearman e Análise de Correspondência Canônica. Esta última análise foi proposta por [19] sendo um dos mais aconselhados métodos de análise de gradiente direto em ecologia de comunidades [20], largamente usado para avaliar influências ambientais na ocorrência de peixes.

III – RESULTADOS

A. Variáveis Ambientais

Todas as variáveis ambientais medidas diferiram significativamente entre os reservatórios (teste de Kruskal-Wallis: $P < 0.05$). (Tabela I). As medianas da temperatura da água foram maiores nos reservatórios de Santa Branca e Ribeirão das Lajes, e menores no reservatório de Tocos; os outros reservatórios apresentaram valores intermediários de temperatura. Também as maiores transparências foram registradas em Santa Branca e Lajes, com valores intermediários em Tocos, e menores valores no restante dos reservatórios como mostrado na Tabela I. A condutividade e o volume de sólidos totais dissolvidos apresentaram padrões assemelhados, sendo inverso à transparência, com menores medianas nos reservatórios de Santa Branca, Lajes e Tocos, e maiores nos restantes reservatórios.

O reservatório de Pereira Passos diferiu dos demais reservatórios por apresentar menores medianas de pH. O oxigênio dissolvido foi um dos parâmetros que mais diferiu entre os reservatórios, com maiores valores em Ilha dos Pombos, seguido de Lajes e Tocos, e em menor instância Santa Branca; valores intermediários foram detectados para Pereira Passos enquanto os menores valores para Santana e Vigário.

Significativas correlações positivas ($p < 0,05$) com o eixo 1 da análise de componentes principais foram encontradas para a temperatura e transparência enquanto correlações negativas ($p < 0,05$) foram encontradas para turbidez, totais de sólidos suspensos e condutividade (Tabela II). O eixo 2 apresentou significativa correlação negativa ($p < 0,05$) com o oxigênio dissolvido. O diagrama de ordenação apresentou uma separação, ao longo do eixo 1, entre os reservatórios de Santa Branca e Lajes em oposição ao reservatório Pereira Passos, com os primeiros sendo associados às maiores transparências e temperaturas, e o último às maiores cargas de sólidos em suspensão, turbidez e condutividade (Figura 1). O eixo 2 discriminou os reservatórios de Ilha dos Pombos e Tocos em relação aos outros reservatórios, por apresentarem maiores concentrações de oxigênio dissolvido (Figura 1).

Tabela I – Informações físico-químicas dos sete reservatórios da LIGHT, 2008. Valores expressos como mediana (coeficiente de variação) e [mínimo-máximo]. Reservatórios: 1 – Santa Branca; 2 – Lajes; 3 – Tocos; 4 – Santana; 5 – Vigário; 6 – Pereira Passos; 7 – Ilha dos Pombos.

Variáveis Ambientais	Reservatórios						
	1	2	3	4	5	6	7
Temperatura, °C	28,3(4) [24.3-29.3]	29,1(5) [24.2-30.7]	22,2(5,6) [21.4-24.6]	25,0(1,1) [25.0-25.7]	24,6(0,2) [24.6-24.7]	24,9(0,7) [24.6-25.1]	25,3(0,7) [25.2-25.9]
Oxigênio Dissolvido, mg L ⁻¹	7,9(2) [7.5-8.2]	8,0(11) [7.5-11.4]	8,2(6) [7.8-9.0]	6,9(4) [6.4-7.1]	7,0(4) [6.9-7.5]	7,5(2) [7.1-7.7]	8,8(3) [8.6-9.5]
pH	7,5(5) [7.2-8.7]	7,3(7) [6.4-8.0]	7,0(11) [6.4-8.0]	6,9(7) [6.7-8.0]	7,1(9) [6.8-8.6]	5,8(11) [5.4-8.1]	7,6(2) [7.5-8.1]
Condutividade, μS × cm ⁻¹	38,0(8) [30-42]	33(10) [28-42]	27(8) [24-30]	87(1) [87-89]	83(2) [82-86]	108(38) [105-301]	59(3) [57-64]
Turbidez, NTU	3,6(41) [1.6-8.2]	1,8(119) [0.1-14.3]	16,8(19) [12.4-19.7]	67,6(13) [61.9-84.6]	44,2(5) [39.9-46.2]	19,6(13) [15.7-25.4]	90,4(2) [87.1-95.2]
Transparência, de Secchi, m	2,15(31) [0,8-2,6]	2,55(40) [0,3-3,8]	0,85(9) [0,8-1,0]	0,30(15) [0,2-0,5]	0,38(13) [0,3-0,5]	0,45(29) [0,4-0,8]	0,10(10) [0,09-0,1]
Totais de sólidos suspensos, mg L ⁻¹	0,02(20) [0.01-0.03]	0,02(15) [0.01-0.03]	0,02(1) [0.01-0.02]	0,06(1) [0.05-0.06]	0,05(8) [0.04-0.06]	0,07(23) [0.07-0.14]	0,04(1) [0.04-0.04]
Área (km ²)	31	30	1,2	6,0	3,9	2,2	4,2

Tabela II. Correlações entre as variáveis ambientais e os dois primeiros eixos da análise de componentes principais para os sete reservatórios da LIGHT. Correlações significantes (p < 0,05) em negrito.

Variáveis ambientais	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	0,76	0,31
pH	0,45	-0,54
Condutividade	-0,89	0,29
Oxigênio dissolvido	0,37	-0,73
Turbidez	-0,81	-0,51
Totais de sólidos suspensos	-0,88	0,31
Transparência	0,84	0,48
Variancia explicada	3,84	1,59
% variância explicada	54,8	22,7

B. Ictiofauna

Um total de 33 espécies de peixes foi registrado no conjunto dos sete reservatórios da LIGHT, com a maior riqueza (número de espécies) tendo sido registrada em Ilha dos Pombos (20) e o menor em Tocos (7) (Tabelas III e IV). Os parâmetros da comunidade (numero de indivíduos, biomassa e número de espécies) variaram entre os reservatórios (Figura 2). O número médio de espécies foi maior em Ilha dos Pombos e menor em Tocos, com os demais reservatórios apresentando valores intermediários (Figura 2). Já o numero médio de indivíduos por amostra foi maior em Santa Branca, embora com grande amplitude de variação, e menor em Tocos e Vigário, enquanto a média de biomassa foi maior em Pereira Passos e Ilha dos Pombos, seguida de Lajes e Santana, tendo sido menor em Tocos e Vigário.

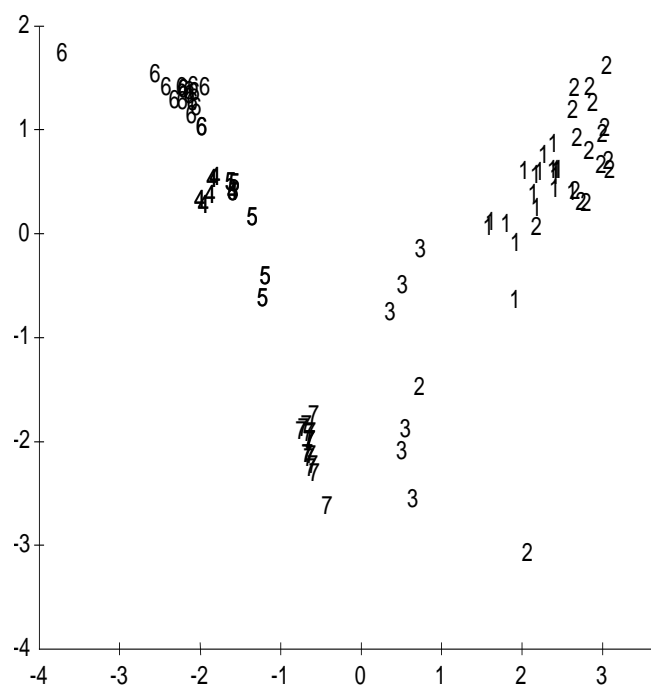


Figura 1. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais sobre as variáveis ambientais nos sete reservatórios da LIGHT. Reservatórios codificados conforme tabela I.

Dez espécies (*Astyanax bimaculatus*- lambari do rabo amarelo, *Astyanax paraguayae* – lambari do rabo vermelho, *Hypostomus auroguttatus* – cascudo preto, *Pimelodus macu-*

latus - mandi, *Pimelodus fur* – mandi-açu, *Cichla monoculus* - tucunaré, *Glanidium albescens* - cumbaca, *Loricariichthys spixii* – cascudo-viola, *Oligosarcus hepsetus* – peixe-cachorro, e *Metynnis maculatus* – pacu prata) contribuíram cada uma com abundância relativa acima de 1% do número total de peixes amostrados, sendo consideradas dominantes.

A análise de correspondência distendenciada sobre a abundância relativa destas espécies mais abundantes explicou apenas 31,2% da variância, indicando uma ampla distribuição das espécies nos sete reservatórios (Tabela IV). Amostras da represa Ilha dos Pombos formaram um bloco homogêneo indicando uma fauna mais diferenciada e associada à ocorrência de *Glanidium albescens*, *Pimelodus fur* e *Hypostomus affinis* (Figura 3).

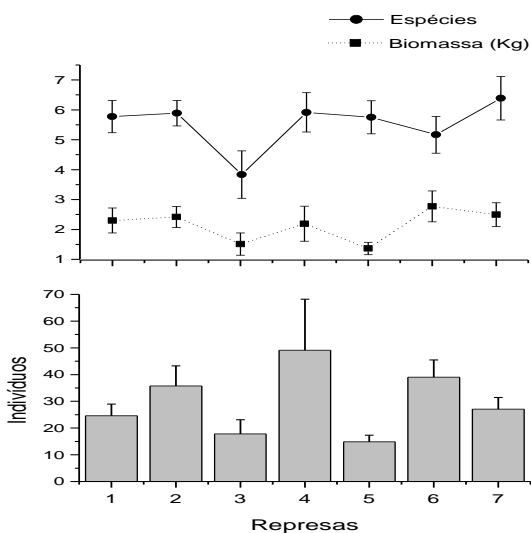


Figura 2. Média e erro padrão (barras verticais) do número de espécies, número de indivíduos e biomassa de peixes nos reservatórios da LIGHT. Reservatórios codificados conforme tabela I.

Loricariichthys spixii foi associado ao reservatório de Pereira Passos, enquanto *C. monoculus* aos reservatórios de Santa Branca, Vigário e Santana. A composição da ictiofauna foi mais similar entre os reservatórios de Santana e Vigário, e a maior dissimilaridade foi encontrada entre o reservatório de Tocos e os demais reservatórios. Os reservatórios de Santana e Vigário, juntamente com Ilha dos Pombos e Pereira Passos, apresentaram uma ictiofauna com mais de 50% de similaridade de acordo com o coeficiente de Jaccard (Figura 4) ao reservatório de Pereira Passos, enquanto *C. monoculus* aos reservatórios de Santa Branca, Vigário e Santana.

Tabela III. Sumário dos resultados da ordenação canônica distendenciada sobre a abundância relativa das dez espécies de peixes mais abundantes nos reservatórios da LIGHT

Eixos	1	2	3	4	Inércia
Autovalores	0.58	0.39	0.20	0.13	3.1
Tamanho do gradiente	4.4	3.4	2.1	2.9	
% cumulativa da variância dos dados de espécies	18.7	31.2	37.7	41.7	
Soma de todos os autovalores					3.1

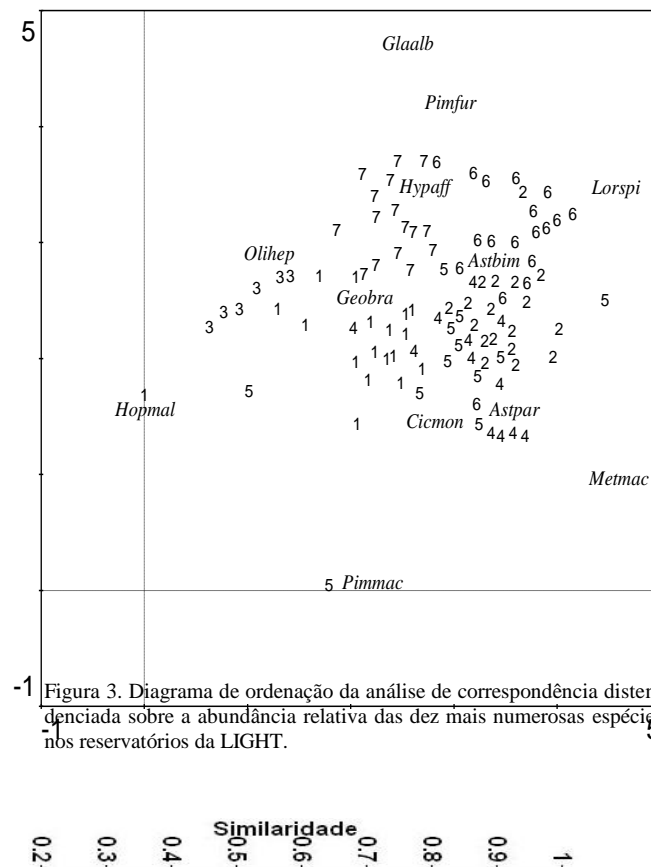


Figura 3. Diagrama de ordenação da análise de correspondência distendenciada sobre a abundância relativa das dez mais numerosas espécies nos reservatórios da LIGHT.

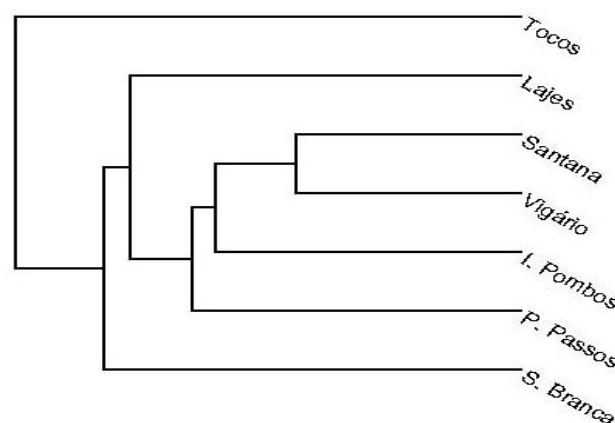


Figura 4. Análise de agrupamento dos sete reservatórios da LIGHT sobre a composição de espécies.

C. Influência das variáveis ambientais na ictiofauna

Apenas para três reservatórios (Lajes, Santana e Vigário) foram encontradas correlações significativas entre as

variáveis ambientais e os parâmetros da ictiofauna de número de indivíduos, biomassa e número de espécies (Tabela V). O oxigênio dissolvido foi positivamente correlacionado com o número de indivíduos e com o número de espécies em Lajes, e com o número de espécie em Santana. Outras correlações significativas foram as associações positivas ente a turbidez com o número de indivíduos em Lajes, e com o número de espécies em Santana. Apenas uma correlação significativa ($r=0,59$) foi encontrada para a biomassa com a turbidez, a qual foi observada no reservatório do Vigário.

De acordo com análise de correlação canônica, as espécies de *Astyanax* e *L. spixii* foram associados ao reservatório de Pereira Passos, sendo correlacionados positivamente às maiores condutividades e totais de sólidos suspensos, e relacionadas negativamente com o eixo 1 (Figura 5, Tabela VI). Amostras dos reservatórios Santa Branca e Lajes foram localizadas na parte inferior do diagrama, sendo positivamente relacionadas com a temperatura e transparências, como foi o caso de *M. maculatus* e *C. monoculus*. Espécies do reservatório Ilha dos Pombos foram associadas à maior turbidez e oxigênio dissolvido, com *G. albescens* e *P. fur*, sendo positivamente associadas com o eixo 2.

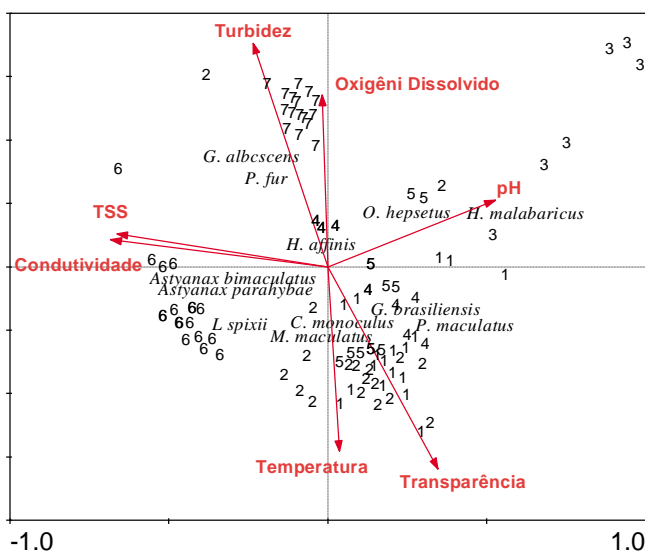


Figura 5. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica das variáveis ambientais e abundância relativas das espécies mais abundantes nos reservatórios da LIGHT.

Transparência	0,63(Vigário)	
	-0,56(Lajes)	
O2 dissolvido	0,76(Lajes)	0,73(Santana)
		0,48(Lajes)
Turbidez	0,52(Lajes)	0,60(Santana)
Condutividade		0,59(Vigário)
pH		-0,75 (Santana)
TSS	0,58(Vigário)	0,52(Lajes)

Tabela VI. Sumário dos resultados da análise de correlação canônica entre as variáveis ambientais e a abundância relativa das 12 mais numerosas espécies de peixes nos sete reservatórios da LIGHT

Eixos	1	2	3	4	
Autovalores		0.24	0.18	0.09	0.05
Correlação spp-ambiente:		0.80	0.73	0.61	0.51
% cumulativa da variância					
da espécies		11.8	20.6	24.9	27.3
da relação espécie-ambiente		39.1	68.1	82.4	90.2
Soma de todos autovalores					2.00
Soma dos autovalores canônicos					0.61
Correlação canônica					
Temperatura		0.03	-0.43	-0.44	-0.17
Transparência		0.28	-0.47	-0.14	-0.11
Condutividade		-0.54	0.06	0.25	0.24
pH		0.42	0.15	-0.46	0.15
Oxigênio dissolvido		-0.01	0.40	-0.30	-0.14
Turbidez		-0.19	0.52	0.13	0.09
TSS		-0.53	0.08	0.28	0.22

IV – DISCUSSÃO

Os sete reservatórios da LIGHT diferem em relação às variáveis ambientais examinadas, o que pode estar refletindo na diferenciada composição da ictiofauna encontrada entre os reservatórios. Os reservatórios de Santa Branca e Lajes são os de melhor qualidade de água e com condições oligotróficas, como indicados pela elevada transparência, pH relativamente alcalino, e baixos TSS e turbidez. Os valores relativamente maiores de temperatura em Santa Branca e Lajes refletem provavelmente as condições dos dias de amostragem nestes ambientes. Assim, poucas variáveis podem estar influenciando os parâmetros da comunidade, uma vez que é sabido que cada espécie reage de maneira particular às condições ambientais [21], [3].

Tabela V. Significativas correlações de Spearman entre parâmetros da ictiofauna e variáveis ambientais nos reservatórios da LIGHT

Variáveis ambientais	Parâmetros da Ictiofauna	
	Número	Espécies
Temperatura	0,58(Vigário)	

Tabela IV – Abundância relativa (N, número por 100 m²) e frequência de ocorrência (FO) de peixes nos sete reservatórios da LIGHT. ^{ln} Espécie introduzi-

Represas	Santa Branca		Ribeirão das Lajes		Tocos		Santa-na		Vigário		Pereira Passos		Ilha dos Pombos	
	N	%FO	N	%FO	N	%FO	N	%FO	N	%FO	N	%FO	N	%FO
<i>Australoheros facetus</i>					2	16,7								
<i>Astyanax bimaculatus</i>	79	77,8	90	72,2			94	83,3	10	41,7	107	83,3	84	66,7
<i>Astyanax parahybae</i>	89	55,6	172	66,7			218	100	34	58,3	67	61,1	45	44,4
<i>Brycon insignis</i>	2	5,6	1	5,6										
<i>Callichthys callichthys</i>							1	8,3			1	5,6		
<i>Cichla monoculus^{ln}</i>	64	55,6	13	44,4					2	16,7	5	22,2	1	5,6
<i>Crenicichla lacustris</i>	3	16,7	5	22,2			2	8,3	8	50	2	11,1		
<i>Cyphocharax gilbert</i>	1	5,6												
<i>Deuterodon parahybae</i>	1	5,6												
<i>Eigenmannia virescens</i>							4	16,7	2	8,3	4	16,7	3	16,7
<i>Geophagus brasiliensis</i>	37	72,2	32	66,7			1	8,3					35	44,4
<i>Glanidium albescens</i>									0	0	43	38,9	93	55,6
<i>Gymnotus carapo</i>			1	5,6	2	33,3	4	25	1	8,3			6	22,2
<i>Hoplias malabaricus</i>	11	38,9			24	83,3	7	33,3	5	41,7				
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>							1	8,3					1	5,6
<i>Hypostomus affinis</i>	6	27,8	14	44,4	3	50	1	8,3			8	33,3	12	50
<i>Hypostomus auroguttatus</i>											29	61,1		
<i>Leporinus conirostris</i>	2	11,1					1	8,3	2	8,3	2	11,1	3	5,6
<i>Leporinus copelandii</i>	2	11,1			1	16,7	4	33,3	1	8,3	11	11,1	1	5,6
<i>Loricariichthys spixii</i>			153	100			9	25	43	66,7	383	83,3		
<i>Metynnis maculatus^{ln}</i>			130	72,2			207	83,3	12	58,3	2	5,6		
<i>Oligosarcus hepsetus</i>	89	94,4	7	22,2	55	100	19	58,3	9	58,3	6	27,8	86	83,3
<i>Pachyurus adpersus</i>			4	16,7			1	8,3	1	8,3	3	16,7	21	44,4
<i>Pimelodella sp</i>			1	5,6									1	5,6
<i>Pimelodus fur</i>							3	16,7			30	27,8	43	61,1
<i>Pimelodus maculatus</i>	47	50					2	8,3	15	58,3				
<i>Plagioscion squamosissimus^{ln}</i>									26	58,3			3	11,1
<i>Prochiodus lineatus</i>	3	11,1											26	55,6
<i>Probolodus heterostomus</i>	1	5,6												
<i>Rhamdia parahybae</i>	3	16,7			20	83,3	1	8,3	1	8,3			3	11,1
<i>Rineloricaria sp</i>							1	8,3					18	33,3
<i>Tilapia rendalli^{ln}</i>	3	16,7	20	44,4										
<i>Tracheolipterus striatulus</i>							8	33,3	6	16,7			2	11,1
Total de Indivíduos	443		643		107		589		178		703		487	
Número de espécies	18		14		7		22		18		16		20	

da.

As maiores transparências em Santa Branca e Lajes, comparadas com o restante dos reservatórios, reflete as condições de maior alteração nestes últimos sistemas que resultou em maior quantidade de material em suspensão carregadas para os reservatório nas áreas em que os mesmos encontram-se inseridos. Estudos recentes do Projeto Pisces [22] revelaram que o uso e cobertura da área de drenagem no entorno dos reservatório de Lajes por fragmentos florestais é de cerca de 72% do reservatório de Lajes, enquanto no reservatório de Ilha dos Pombos é de apenas 48%. Tais diferenças justificam, em parte, a dife-

rença na qualidade de água destes dois sistemas, principalmente no que concerne à turbidez, transparência e totais de sólidos suspensos.

É importante salientar, no entanto, que outras condicionantes, como a ecoregião em que cada reservatório se localiza, a geomorfologia e hidrodinâmica da água local, e o micro e macrohabitat têm também direta associação com a configuração de espécies encontradas em cada sistema [15], [23].

A ampla dispersão das amostras no diagrama indica a ampla distribuição da maioria das espécies de peixes em

todos os reservatórios, o que é de se esperar devido ao pequeno tempo do barramento e à proximidade entre os reservatórios, à maioria deles pertencentes a uma mesma ecoregião, o que não constitui barreira suficiente para o isolamento e especiação dos componentes da ictiofauna.

A ictiofauna foi caracterizada de representantes da fauna Neotropical [8], [24], [25] sendo dominada por Characiformes e Siluriformes adaptados a ambientes lênticos. Das espécies introduzidas, maior destaque se verificou a presença em elevadas contribuições de *C. monoculus* em Santa Branca e Lajes, *M. maculatus* em Lajes, Santana e Vigário e *T. rendalli* em Lajes. Por estas espécies já terem sido introduzidas há várias décadas [24], é esperado que interações com as populações nativas tenham ocorrido o que resultou nos níveis atuais de equilíbrio.

Os padrões de distribuição da ictiofauna entre os reservatórios, no entanto, indicaram uma separação de fauna, com as espécies de *G. albescens* e *P. fur* associadas fortemente ao reservatório de Ilha dos Pombos, o ambiente que apresentou maior turbidez de todos os sistemas examinados. Estas espécies têm sido registradas como abundantes no trecho médio-inferior do rio Paraíba do Sul [25], com *P. fur* apresentando hábitos migratórios de pequenas distâncias, o que reflete a grande contribuição do influxo do rio Paraíba do Sul no reservatório de Ilha dos Pombos. Cichlídeos, como *C. monoculus* e *G. brasiliensis* estiveram associados aos reservatórios de Santa Branca, e em menor instância Lajes, indicando a preferência destas espécies por águas de maior transparência uma vez que são predadores visuais.

Adicionalmente, estas espécies são sedentárias, e não necessita de realizar migração reprodutiva, razão de suas adaptações ao reservatório de Lajes, que não dispõe de grande rios contribuintes, nem de rotas migratórias para peixes reofílicos.

As elevadas riquezas e abundâncias registradas nos reservatórios de Santana (22 espécies; 589 ind. m⁻²) e Ilha dos Pombos (20 espécies; 487 ind. m⁻²) refletem a influência e contribuição do rio Paraíba do Sul, que aporta elevadas cargas de nutrientes, propiciando maiores riquezas e produtividade. Em Ribeirão das Lajes apenas 14 espécies foram registradas, o que está associado com o esforço de amostragem pontual, utilizado neste trabalho, bem como à baixa disponibilidade de habitats físicos [17], [26]. A limitação de habitats físicos e o pequeno aporte de rios contribuintes, fazem de Lajes um reservatório, que embora possua a melhor qualidade ambiental, constatada neste estudo, também tem grande fragilidade e pequena resiliência em função do grande tempo de residência da água neste sistema. O baixo número de espécies (7) e de indivíduos em Tocos está associado à sua menor área (1,2 km²) em comparação com os outros sistemas, e menor aporte fluvial, uma vez que este sistema é resultado do rio Pirai em sua parte superior.

Com base na similaridade de fauna e na assemelhada composição de espécies nestes reservatórios, pode ser concluído que os mesmos são sistemas relativamente bem estabilizados e que suportam uma ictiofauna estável.

Eventuais variações são resultantes de forçantes sazonais naturais e/ou artificiais (por exemplo, nível da água, pluviosidade, aporte de nutrientes/poluentes, etc.). No

caso do presente estudo, as variáveis ambientais estiveram dentro dos valores esperados para estes sistemas e a limitada ictiofauna reflete o efeito do barramento, aporte de contribuintes e limitação de habitats. Monitoramento de longo prazo têm sido aconselhados para o acompanhamento de variações na qualidade ambiental dos ambientes represados em todo o mundo [20], [3], [4], [23] e este procedimento ainda não é uma prática difundida nos reservatórios do Brasil.

V. CONCLUSÕES

A identificação e quantificação da abundância relativa (número de indivíduos por 100 m²) da ictiofauna dos reservatórios da LIGHT foram realizadas no presente trabalho, indicando a presença de uma fauna nativa bem estabilizada, bem como a ocorrência de algumas espécies indesejavelmente introduzidas e que encontraram nos reservatórios nichos desocupados para explorar. O equilíbrio da comunidade de peixes foi indicado pela elevada abundância relativa de peixes forrageiros, como os lambaris (*A. bimaculatus* e *A. parahybae*), presentes em abundância nos reservatórios e que servem de base para a cadeia trófica de peixes, funcionando como presas para espécies carnívoras de maior porte.

As variáveis ambientais estão dentro das expectativas para os sistemas lênticos tropicais e subtropicais, indicando o bom estado de conservação dos reservatórios, e a marcada diferença entre os reservatórios, como resultado das particularidades do ambiente em que os mesmos estão inseridas, além das características particulares de cada barramento. Diferentes comunidades de peixes em composição e estrutura foram encontradas nas diferentes represas, também uma resposta das diferentes condicionantes ambientais dos diferentes reservatórios.

Pesquisas continuadas nesta linha de pesquisas são importantes de serem conduzidas, não só para consolidar os padrões até então obtidos, como também para detectar tendências que indiquem a necessidade de interferência no gerenciamento do sistema aquático em função de sua qualidade. Um reservatório com boas condições ambientais, indicado pela comunidade de peixes, terá vida mais longa e tempo útil estendido, e o acompanhamento sistemático da ictiofauna é um dos melhores indicadores da qualidade ambiental de um sistema aquático represado.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P. B. Moyle and J. J. Cech, *Fishes: An introduction to ichthyology*, 2nd ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, NY, 1988.
- [2] A. A. Agostinho, H. F. Julio, and M. Petrere-Jr, "Itaipu reservoir (Brasil): impact of the impoundment on the fish fauna and fisheries", in *Rehabilitation of Freshwater Fisheries*, In Cowx, I.G. (ed.), Fishing News Books, 485p, pp. 171-184, 1994
- [3] J. F. Craig, "Large dams and freshwater fish biodiversity". Contributing paper. Prepared for Thematic Review II.1: *Dams, ecosystem functions and environmental restoration*.

- World Commission on dams (WCD). 2000. [online]. Disponível: <http://www.dams.org>
- [4] M. Larinier, "Dams and fish migration". Contributing paper. Prepared for Thematic Review II.1: *Dams, ecosystem functions and environmental restoration*. World Commission on dams (WCD). 2000. [online]. Disponível: <http://www.dams.org>
- [5] M. L. Patesse, M. Petrere-Jr. and R. J. Spigolon, "The hydraulic management of the Barra Bonita reservoir (SP, Brazil) as a factor influencing the temporal succession of its fish community". *Braz. J. Biol.*, vol. 67, pp: 433-445, 2007.
- [6] B. F. Terra, A. B. I. Santos, F. G. Araújo, "Fish assemblage in a dammed tropical river: an analysis along the longitudinal and temporal gradients from river to reservoir". *Neotropical Ichthyology*, vol. 8, p. 599-606, 2010.
- [7] A. B. I. Santos, B. F. Terra, F. G. Araújo, "Influence of the river flow on the structure of fish assemblage along the longitudinal gradient from river to reservoir". *Revista Brasileira de Zoologia*. vol. 27, pp. 732-740, 2010.
- [8] H. A. Britski, "A fauna de peixes brasileiros de água doce e o represamento de rios", p. 23-30. In Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente - COMASE (ed.), *Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro*. Caderno 1, 61p., Eletrobrás, Rio de Janeiro. 1994.
- [9] R. J. Wootton., *Fish ecology*. New York, Chapman & Hall. 212 p. 1992.
- [10] A. A. Agostinho, L. C. Gomes, F. M. Pelicice, *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Eduem, Maringá, 2007, 501 p.
- [11] A. A. Agostinho and H. F. Julio Jr, "Peixes da bacia do alto rio Paraná". In: Lowe-McConnell, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp, cap. 16, p. 374-400.1999.
- [12] B. F. Terra and F. G. Araújo, "A preliminary fish assemblage index for a transitional river reservoir system in southeastern Brazil". *Ecological Indicators*, vol. 11, pp. 874-881, 2011.
- [13] A.A. Agostinho, N. S. Hahn, L. C. Gomes and L. M. Bini, "Estrutura trófica". In: Vazzoler, A. E. A. de M. et al. (Ed.). *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, p.229-248. 1997.
- [14] M. J. Jennings, L. S. Fore, and J. R. Karr, "Biological monitoring of fish assemblages in Tennessee Valley reservoirs". *Regulated rivers: Research and Management*, vol. 11, pp. 263-274, 1995.
- [15] T. A. McDonough and G. D. Hickman, "Reservoir fish assemblage index development: a tool for assessing ecological health in Tennessee Valley Authority impoundments". In Simon, T.P. (ed.), *Assessing the sustainability and Biological Integrity of water resources using fish communities*, CRC press, 671p. 1999.
- [16] M. R. Meador, and R.M. Goldstein. "Assessing water quality at large geographic scales: relations among land use, water physicochemistry, riparian condition, and fish community structure". *Environmental Management*, Vol. 31, pp: 504-517, 2003.
- [17] A. F. G. N Santos,, L. N. Santos and F. G. Araújo, "Water level influences on body condition of *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae) in a Brazilian oligotrophic reservoir". *Neotropical Ichthyology*. Vol..2, pp: 151-156, 2004.
- [18] J. H. Zar., *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.. 620 p. 1974.
- [19] C.J.F. Ter Braak, "Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis". *Ecology*, 67: 1167-1179. 1986.
- [20] M. A. Rodríguez and W. M. Lewis, "Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River". *Ecological Monographs* vol. 67, pp: 109-128. 1997.
- [21] R. J. Reash and J. Pigg, "Physicochemical factors affecting the abundance and species richness of fishes in the Cimarron River". *Proc. Okla. Acad. Sci.* vol. 70, pp: 23-28, 1990.
- [22] F. G. Araújo, "Projeto Pisces II: Avaliação da qualidade ambiental e monitoramento dos reservatórios da LIGHT. Relatório Final". Contrato N°. 4500179742, do Programa P & D LIGHT - ANEEL - 029/2006 Ref. Ciclo 2005/2006. 116 p. 2009.
- [23] W. Barrella, and M. Petrere-Jr, "Fish community alterations due to pollution and damming in Tietê and Paranapanema rivers (Brazil)". *River Res. Applic.*, vol. 19, pp. 59-76. 2003.
- [24] F. G. Araújo and L. N. Santos, "Distribution of fish assemblages in the Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil". *Brazilian Journal of Biology*. vol. 61, pp. 563-576, 2001.
- [25] T. P. Teixeira, B. C. T. Pinto, B. F. Terra, E. O. Estiliano, D. Gracia, F. G. Araújo, "Diversidade das assembléias de peixes nas quatro unidades geográficas do rio Paraíba do Sul". *Iheringia. Série Zoologia*. , vol. 95, PP: 347-357, 2005.
- [26] L. N. Santos, F. G. Araújo and D. S. Broto, "Artificial structures as tools for fish habitat rehabilitation in a Neotropical reservoir". *Aquatic Conservation*. vol.18, pp: 896-908, 2008.