Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO (ESPACIAL E TEMPORAL) DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DO LOBO (BROA),
ITIRAPINA/BROTAS, SP.**

Danieli Delello
Orientador: Prof. Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola

São Carlos - SP
2008

Danieli Delello

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO (ESPACIAL E TEMPORAL) DE
MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DO LOBO (BROA),
ITIRAPINA/BROTAS, SP.**

**Dissertação apresentada à Escola de
Engenharia de São Carlos, da Universidade
de São Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do Título de Mestre em Ciências da
Engenharia Ambiental.**

Orientador: Prof. Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola

São Carlos - SP

2008

*Dedico este trabalho a minha mãe Marlene,
meu pai Hédio e minha avó Guilhermina,
pessoas importantíssimas que sempre me
apoiam e acreditaram na minha realização.
Amo muito vocês!!!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, aquele que sempre está olhando por nós, por ter me concedido vida, saúde e força de vontade para que eu conseguisse concluir mais uma etapa da minha vida.

Ao Prof. Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola, pela oportunidade oferecida, orientação concedida, paciência dispensada, profissionalismo e amizade. Minha gratidão e admiração a você!!

Ao Prof. Dr. Frederico Fábio Mauad, por ter me recebido muito bem quando cheguei ao CRHEA e pela oportunidade do meu ingresso nessa universidade.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo (UNESP / Rio Claro) e Prof^a. Dra. Maria Inês Salgueiro (UFSCar) pelas sugestões e contribuições em relação às identificações de táxons.

A todos os professores do PPG-SEA e demais, os quais acrescentaram maior conhecimento em minha vida, ampliando meus horizontes.

À Elektro, em especial aos funcionários Marcos Berbes e Alessandro Garcia, pela disponibilização dos dados hidrodinâmicos do reservatório.

Aos meus queridos amigos Patrícia Giloni Lima pela super, hiper, mega ajuda na identificação dos táxons, pelos ensinamentos, incentivo, amizade, carinho e companheirismo, e Vanderlei Lima pelas várias sugestões, ensinamentos e amizade. Meus queridos, minha eterna gratidão, admiração, carinho e profunda amizade a vocês. Espero um dia poder retribuir, pelo menos um pouquinho, tudo o que vocês fizeram por mim.

Às minhas queridas amigas de trabalho, confraternizações gastronômicas, boas risadas, desabafos, confissões e de todas as horas: Giselle Queiroz, Janete Brigante, Fernanda Marciano e Márcia Eler. Obrigada pela amizade, carinho, ajuda, incentivo, momentos de alegria, enfim...por tudo!!

Às amigas Graziela Aguilar e Paulinha Mazzoco, pelo carinho e amizade mesmo estando distantes. Meninas, adoro vocês!!

Aos amigos do CRHEA: Liliane Lazzari, pela amizade e ajuda desde o início dessa etapa; Cláudio Turene, pela amizade, sugestões e confecção dos mapas e demais artes; Andréa, Edna, Fabiano, Domingos, Danilo, Evelyn, Wellington, James, Felipe, Diego e Carlos, pela amizade, sugestões, auxílio, inúmeras caronas e companheiros de bandeirão.

Aos técnicos do Núcleo de Estudos de Ecossistemas Aquáticos (NEEA/CRHEA) Marcelo e Amandio, pela ajuda na realização dos trabalhos de campo e laboratório.

Aos funcionários do CRHEA, por toda atenção e carinho dispensados: Mara, Nelson, Achilles, Rogério, Sônia, Paulo, Claudete, Clarice, Prof^a. América, Prof. Matheus, Dona Lourdes, Dona Suemi e ao Cido e à Regina, que contribuíram de maneira deliciosa no preparo dos almoços durante a minha estada no CRHEA. Vou sentir muita falta de vocês das batatas chips e do arroz doce.

A todos os funcionários da Biblioteca (EESC) que sempre me atenderam com muito carinho e prestatividade.

À minha família que tanto amo!!! Aos meus pais, Hélio e Marlene e minha avó Guilhermina, pelo alicerce familiar, amor incondicional, paciência, confiança, ensinamentos de vida e humildade, apoio financeiro para que eu pudesse continuar, incentivo para que eu nunca desistisse dos meus ideais, amparo e força nas horas mais difíceis e compartilhamento dos momentos mais felizes. Minha mãe querida, obrigada por seu esforço esses anos todos...se Deus quiser eu vou conseguir retribuir tudo isso em dobro a você!!!

Às minhas irmãs Darlene, Denise e Dislaine e respectivos cunhados pela prestatividade e carinho.

Ao Rodrigo Schneider, amor da minha vida, companheiro de todas as horas, obrigada pelo imenso amor e carinho, cumplicidade, dedicação, paciência, ajuda e apoio nas horas boas e ruins em que mais precisei.

Enfim, muito obrigada a todos que de alguma maneira fizeram tornar possível a realização dessa pesquisa!!!

RESUMO

DELELLO, D. Composição e distribuição (espacial e temporal) de macrófitas aquáticas no Reservatório do Lobo (Broa), Itirapina/Brotas, SP. São Carlos, 2008. 159p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A presente pesquisa teve por objetivo analisar a composição e distribuição das espécies de macrófitas aquáticas no reservatório do Lobo (Broa), em quatro períodos do ano de 2007: março, maio, agosto e novembro. Para atender os objetivos propostos, variáveis limnológicas envolvendo os compartimentos água (pH, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, clorofila, formas nitrogenadas e fosfatadas, silicato reativo e material em suspensão) e sedimento (granulometria, matéria orgânica, fósforo e nitrogênio) foram analisadas em 8 pontos de amostragem na região litorânea do reservatório. Simultaneamente, exemplares de macrófitas foram fotografados e coletados para identificação, buscando-se uma relação com as características limnológicas, hidrológicas (vazão e tempo de residência) e climatológicas (temperatura do ar, precipitação, vento e radiação). Os resultados da análise das variáveis físicas, químicas e biológicas dos diversos pontos de amostragem mostraram que existe uma diferenciação espacial e temporal no reservatório, verificando-se aumento do grau de trofia do mesmo em relação aos estudos anteriores. Quanto à composição e distribuição das macrófitas, estas se encontram mais concentradas na área alagada formada pelo barramento das águas do rio Itaqueri e ribeirão do Lobo, embora a maior riqueza de espécies tenha ocorrido no ribeirão do Lobo e córrego das Perdizes, sendo mais elevada em comparação com estudos anteriores. A distribuição espacial e temporal das macrófitas aquáticas apresenta relação com as características morfométricas, hidrodinâmicas e com o aporte de nutrientes pelos tributários, além das condições climatológicas, que inserem modificações na dinâmica do reservatório e, conseqüentemente, no estabelecimento e estruturação das comunidades.

Palavras-chave: Reservatório do Lobo. Macrófitas aquáticas. Eutrofização.

ABSTRACT

DELELLO, D. Composition and distribution (spatial and temporal) of aquatic macrophytes in the Lobo Reservoir (Broa), Itirapina / Brotas, Brazil. São Carlos, 2008. 159p. Dissertation (Masters Degree) - School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo.

The objective of this study was to examine the composition and distribution of aquatic macrophytes species in the Lobo Reservoir (Broa) in four periods of the year 2007: March, May, August and November. To achieve the proposed objectives, limnological variables involving water (pH, conductivity, temperature, dissolved oxygen, chlorophyll, nitrogen and phosphated forms and reactive silicate) and sediment (grain, organic matter, phosphorus and nitrogen) compartments were analyzed at 8 sample stations in the littoral region of the reservoir. Meanwhile, samples of macrophytes were photographed and collected for identification, seeking a relationship with the limnological, hydrological (flow and length of residence time) and weather (air temperature, precipitation, wind and radiation) characteristics. The results of physical, chemical and biological variables of the various sample points showed that there is a spatial and temporal differentiation in the reservoir, verifying the increasing of the trophic levels in relation to previous studies. As to the composition and distribution of macrophytes, they are more concentrated in the flooded area formed by the barred waters of Itaqueri River and Lobo River, although the greatest wealth of species has occurred in Lobo River and Perdizes, being higher compared with earlier studies. The spatial and temporal distribution of aquatic macrophytes presents relationship with the morphometric and hydrodynamic characteristics and intake of nutrients by the rivers, in addition to climatic conditions, which inserts changes in the dynamics of the reservoir and, consequently, the establishment and structure of communities.

Keywords: Lobo Reservoir. Aquatic macrophytes. Eutrophication.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipologia ecológica de macrófitas aquáticas. _____	19
Figura 2. Localização do município de Itirapina no Estado de São Paulo. _____	29
Figura 3. Mapa da Bacia Hidrográfica do Reservatório do Lobo. _____	30
Figura 4. Imagem de satélite da região da Represa do Lobo (Broa). _____	33
Figura 5. Distribuição dos pontos de amostragem no reservatório do Lobo. _____	36
Figura 6. Características gerais do ponto de amostragem “Lobo”. _____	37
Figura 7. Características gerais do ponto de amostragem “Itaqueri”. _____	38
Figura 8. Características gerais do ponto de amostragem Geraldo. _____	39
Figura 9. Características gerais do ponto de amostragem “Perdizes”. _____	40
Figura 10. Características gerais do ponto de amostragem “Estiva”. _____	41
Figura 11. Características gerais do ponto de amostragem “Vila Pinhal”. _____	42
Figura 12. Características gerais do ponto de amostragem “Mina das Pedrinhas”. _____	43
Figura 13. Características gerais do ponto de amostragem “Próximo da Barragem”. _____	44
Figura 14. Variação da temperatura média mensal do ar (°C) e da precipitação total acumulada (mm) na área de estudo, durante o ano de 2007. _____	52
Figura 15. Variação da velocidade do vento (m/s) na área de estudo, durante o ano de 2007. _____	52
Figura 16. Variação da radiação solar ($\mu\text{E.m}^2.\text{s}^{-1}$) na área de estudo durante o ano de 2007. _____	53
Figura 17. Vazão média (m^3/s) e tempo de residência (dias) da água no reservatório do Lobo durante o ano de 2007. _____	54
Figura 18. Variação dos valores de temperatura da água nos pontos amostrados no reservatório do Lobo no período de estudo. _____	55
Figura 19. Valores de pH da sub-superfície da água nos pontos amostrados no reservatório do Lobo, durante o período de estudo. _____	55
Figura 20. Valores de oxigênio dissolvido da sub-superfície da água nos pontos amostrados no reservatório do Lobo, durante o período de estudo. _____	56
Figura 21. Valores de condutividade da sub-superfície da água nos pontos amostrados no reservatório do Lobo, durante os períodos de coleta. _____	57
Figura 22. Concentração de nitrogênio orgânico total nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo. _____	58
Figura 23. Concentração de nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo. _____	58
Figura 24. Concentração de nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo. _____	59
Figura 25. Concentração de íon amônio ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo. _____	60
Figura 26. Concentração de fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) da água nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo. _____	60
Figura 27. Concentração de fosfato inorgânico ($\mu\text{g.L}^{-1}$) da água, nas estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo. _____	61

Figura 28. Concentração de fosfato total dissolvido na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), nas estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.	62
Figura 29. Concentração de silicato reativo na água (mg.L^{-1}), nas estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.	62
Figura 30. Concentração de material em suspensão total (MST), material em suspensão inorgânico (MSI) e material em suspensão orgânico (MSO), em mg.L^{-1} , nas amostras de água dos pontos de coleta do reservatório do Lobo, durante o período de estudo.	64
Figura 31. Concentração de clorofila <i>a</i> total ($\mu\text{g.L}^{-1}$), nas estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.	65
Figura 32. Índice de estado trófico das estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.	66
Figura 33. Cluster dos escores de PCA para as coletas mensais.	71
Figura 34. Porcentagem de nitrogênio total (%) no sedimento encontrado nas estações de coleta durante período de estudo.	72
Figura 35. Concentração de fósforo total ($\mu\text{g.g}^{-1}$) no sedimento, encontrado nas estações de coleta no período de estudo.	73
Figura 36. Porcentagem de matéria orgânica (%) no sedimento das estações de coleta do reservatório do Lobo, durante o período de estudo.	73
Figura 37. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Lobo durante o período de estudo.	75
Figura 38. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Itaqueri durante o período de estudo.	76
Figura 39. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Geraldo durante o período de estudo.	77
Figura 40. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Perdizes durante o período de estudo.	78
Figura 41. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Estiva durante o período de estudo.	79
Figura 42. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Vila Pinhal durante o período de estudo.	80
Figura 43. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Mina durante o período de estudo.	81
Figura 44. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Próximo da Barragem durante o período de estudo.	82
Figura 45. Cluster dos escores da PCA para os pontos de amostragem.	84
Figura 46. Porcentagem de ocorrência entre os tipos ecológicos encontrados no reservatório.	87
Figura 47. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Lobo.	87
Figura 48. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Itaqueri.	88
Figura 49. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Geraldo.	88
Figura 50. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Perdizes.	88
Figura 51. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Estiva.	89
Figura 52. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Vila Pinhal.	89
Figura 53. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Mina.	89

Figura 54. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Próximo. da Barragem. _____	90
Figura 55. Riqueza de espécies encontradas ao longo das estações de amostragem no reservatório do Lobo, no período de estudo. _____	90
Figura 56. Cluster dos escores de PCA para os pontos de amostragem . _____	95
Figura 57. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo, durante o período de estudo. _____	154
Figura 58. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo, durante o período de estudo. _____	155
Figura 59. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo no decorrer desse estudo. _____	156
Figura 60. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo no decorrer desse estudo. _____	157
Figura 61. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo no decorrer desse estudo. _____	158
Figura 62. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo no decorrer desse estudo. _____	159

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características gerais da bacia hidrográfica do reservatório do Lobo. _____	31
Tabela 2. Características gerais do reservatório do Lobo. _____	32
Tabela 3. Variáveis físicas e químicas analisadas da água e metodologias de análise utilizadas. _____	46
Tabela 4. Variáveis físicas e químicas do sedimento analisadas e métodos de análise. _____	48
Tabela 5. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para março de 2007 _____	68
Tabela 6. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para maio de 2007 _____	68
Tabela 7. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para agosto de 2007. _____	69
Tabela 8. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para novembro de 2007. _____	69
Tabela 9. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para os oito pontos de amostragem. _____	83
Tabela 10. Família, espécie e hábito das macrófitas aquáticas encontradas nas estações de coleta ao longo do reservatório do Lobo. _____	85
Tabela 11. Classificação das espécies, em ordem alfabética, encontradas e a frequência de ocorrência. _____	91
Tabela 12. Índice de similaridade de Sorensen. _____	93
Tabela 13. Comparação das espécies encontradas em trabalhos realizados no reservatório do Lobo anteriormente com as da atual pesquisa. _____	93
Tabela 14. Relação de valores (máximos e mínimos) de variáveis físicas e químicas obtidas em estudos no reservatório do Lobo desde a década de 1980 até a atual pesquisa (2008). _____	101
Tabela 15. Valores máximos e mínimos de nitrogênio e das formas nitrogenadas obtidas em estudos no reservatório do Lobo, desde a década de 70 até a atual pesquisa. _____	104
Tabela 16. Concentrações de formas fosfatadas e silicato reativo registradas durante estudos anteriores realizados no reservatório do Lobo. _____	107
Tabela 17. Variáveis climatológicas e hidrológicas (médias) ocorridas durante o ano de 2007. _____	137
Tabela 18. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento água, realizadas no reservatório do Lobo no mês de março. _____	137
Tabela 19. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento água, realizadas no reservatório do Lobo no mês de maio. _____	138
Tabela 20. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento água, realizadas no reservatório do Lobo no mês de agosto. _____	138
Tabela 21. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento água, realizadas no reservatório do Lobo no mês de novembro. _____	139
Tabela 22. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento sedimento, realizadas no reservatório do Lobo durante os quatro períodos de coleta no ano de 2007. _____	139
Tabela 23. Composição granulométrica dos pontos amostrados durante os quatro períodos de coleta no ano de 2007. _____	140
Tabela 24. Índice do Estado Trófico dos pontos amostrados no reservatório do Lobo durante os quatro períodos de coleta no ano de 2007. _____	140
Tabela 25. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas quinze variáveis abióticas analisadas para o compartimento água, observando o efeito da sazonalidade. _____	141

Tabela 26. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas quinze variáveis abióticas analisadas para o compartimento água, observando o efeito temporal entre os meses de coleta.	143
Tabela 27. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas quinze variáveis abióticas analisadas para o compartimento água, observando o efeito espacial entre os pontos de amostragem.	144
Tabela 28. Análise de variância multivariada (MANOVA) e teste de hipótese, realizada sobre a matriz composta pelas oito variáveis abióticas analisadas para o compartimento sedimento, observando o efeito da sazonalidade.	145
Tabela 29. Análise de variância multivariada (MANOVA) e teste de hipótese, realizada sobre a matriz composta pelas oito variáveis abióticas analisadas para o compartimento sedimento, observando o efeito temporal entre os meses de coleta.	146
Tabela 30. Análise de variância multivariada (MANOVA) e teste de hipótese, realizada sobre a matriz composta pelas oito variáveis abióticas analisadas para o compartimento sedimento, observando o efeito espacial entre os pontos de coleta.	147
Tabela 31. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas dez variáveis abióticas analisadas para macrófitas, observando o efeito da sazonalidade.	148
Tabela 32. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas dez variáveis abióticas analisadas para macrófitas, observando o efeito temporal entre os meses de coleta.	149
Tabela 33. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas dez variáveis abióticas analisadas para macrófitas, observando o efeito espacial entre os pontos de amostragem.	150
Tabela 34. Frequência de ocorrência das espécies encontradas, considerando-se os oito pontos de amostragem durante os quatro períodos de coleta.	151

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1.	Reservatórios	15
2.2.	Ecologia de macrófitas aquáticas	17
3.	OBJETIVOS	27
3.1.	Objetivo geral	27
3.2.	Objetivos específicos	27
4.	ÁREA DE ESTUDO	28
4.1.	Caracterização geral da área de estudo	28
5.	MATERIAIS E MÉTODOS	35
5.1.	Período e localização dos pontos de coleta	35
5.2.	Variáveis climatológicas e hidrodinâmicas	45
5.3.	Análises Físicas e químicas do compartimento água	45
5.4.	Índice de Estado Trófico do reservatório	46
5.5.	Análises físicas e químicas do compartimento sedimento	47
5.6.	Macrófitas aquáticas	48
5.6.1.	Análise de riqueza, frequência de ocorrência e similaridade	48
5.7.	Análise dos dados	49
6.	RESULTADOS	51
6.1.	Variáveis climatológicas	51
6.1.1.	Precipitação e temperatura do ar	51
6.1.2.	Velocidade do vento	52
6.1.3.	Radiação solar	53
6.2.	Variáveis hidrodinâmicas	53
6.2.1.	Vazão e tempo de residência	53
6.3.	Análises físicas e químicas do compartimento água	54
6.3.1.	Temperatura da água	54
6.3.2.	Potencial hidrogeniônico	55
6.3.3.	Oxigênio dissolvido	56
6.3.4.	Condutividade	56
6.3.5.	Transparência da água	57
6.3.6.	Nitrogênio total e formas nitrogenadas	57
6.3.7.	Fósforo total e formas fosfatadas	60
6.3.8.	Silicato reativo	62
6.3.9.	Material em suspensão (Total, Orgânico e Inorgânico)	63
6.3.10.	Clorofila <i>a</i>	64
6.3.11.	Índice de Estado Trófico	65
6.4.	Análises estatísticas	66
6.5.	Análises físicas e químicas do compartimento sedimento	72
6.5.1.	Nitrogênio orgânico	72
6.5.2.	Fósforo Total	72
6.5.3.	Matéria orgânica	73
6.5.4.	Granulometria	74

6.5.5.	Análise estatística	83
6.6.	Macrófitas aquáticas	85
6.6.1.	Riqueza de espécies	90
6.6.2.	Frequência de ocorrência	91
6.6.3.	Índice de similaridade	92
6.6.4.	Análise estatística das macrófitas	94
7.	DISCUSSÕES	96
7.1.	Caracterização limnológica do reservatório do Lobo: uma análise espacial e temporal.	96
7.2.	Composição e distribuição das macrófitas aquáticas no reservatório do Lobo e sua relação com as características físicas e químicas do sistema	113
8.	CONCLUSÕES	120
	REFERÊNCIAS	123
	ANEXOS	136
	ANEXO 1 – Tabelas	136
	ANEXO 2 – Figuras	153

1. INTRODUÇÃO

Os reservatórios são ecossistemas aquáticos artificiais, os quais possuem características intermediárias entre ambientes lóticos (rios) e lênticos (lagos), sendo construídos com a principal finalidade de atender a geração de energia elétrica, além de abastecimento público, navegação, pesca e recreação, servindo ainda como elemento importante no desenvolvimento de diversas atividades na bacia hidrográfica, embora muitos impactos ambientais ocorram no período de construção e durante as diferentes fases de seu funcionamento (MARGALEF, 1983).

Por se tratar de sistemas intermediários entre rios e lagos, os reservatórios apresentam algumas peculiaridades, como a formação de três regiões distintas (lacustre, intermediária e fluvial), o que, associado às variabilidades temporal (decorrentes de variações climatológicas) e espacial (horizontal e vertical), às características morfométricas e geológicas, aos usos da bacia hidrográfica e ao mecanismo operacional da barragem, para a estrutura e funcionamento do sistema, implicando ainda no estabelecimento das comunidades, entre elas, a das macrófitas aquáticas.

No reservatório do Lobo (Broa), localizado na região central do Estado de São Paulo, embora em menor escala a situação não é diferente. Considerado um sistema oligo-mesotrófico (TUNDISI, 1988), nos últimos anos tem sido verificada a alteração da qualidade da água, com aumento do grau de trofia e, conseqüentemente, com modificações na composição e diversidade da comunidade biótica (MOTHEO, 2005), o que se aplica também às macrófitas aquáticas.

Apesar da importância das macrófitas aquáticas para o sistema, poucos estudos foram realizados no reservatório do Lobo, principalmente para se avaliar as modificações na composição de espécies, a distribuição espacial e as variações intranuais, considerando-se ainda as alterações físicas e químicas da água e a sazonalidade, o que foi abordado na presente pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. RESERVATÓRIOS

Os reservatórios são ambientes caracterizados como intermediários entre rios e lagos em função de suas características morfológicas e hidrológicas, apresentando a organização vertical do lago e horizontal do rio. O fato dos reservatórios sofrerem regulação de vazão acaba por influenciar em seu nível fluviométrico, profundidade e tempo de residência, alterando suas propriedades físicas, químicas e biológicas (MARGALEF, 1983).

Conforme mencionado por Tundisi & Straskraba (1999), a construção de grandes reservatórios para fins de abastecimento público atingiu seu desenvolvimento máximo nas décadas de 1960 e 1970. Atualmente existem no mundo aproximadamente 36.228 reservatórios distribuídos em diversas regiões, variando em capacidade (os menores com 1,5 milhões de m³ e os maiores com 100-200 bilhões de m³) e morfometria, sendo que a maioria possui padrão dendrítico, caracterizando-se também pela baixa declividade e pela inundação de grandes áreas (PIRCHER, 1992 apud TUNDISI, MATSUMURA-TUNDISI & ROCHA, 1999a). Independente de seu porte e morfometria, os reservatórios são utilizados para diversos fins, tais como a produção de energia elétrica, irrigação, abastecimento público, produção pesqueira, recreação e transporte hidroviário (TUNDISI, 1991).

Apesar de sua importância econômica, os reservatórios ocasionam, indiretamente ou diretamente, diversos efeitos na dinâmica dos ecossistemas aquáticos e terrestres, além de atmosféricos, alterando as características físicas, químicas e biológicas da água e a ecologia da rede hidrográfica em que está inserido, mencionando-se ainda as mudanças sociais na região onde são construídos (BRANCO & ROCHA, 1977; STRASKRABA, 1993). Tais alterações são decorrentes da criação de um ecossistema lântico, que ao longo de sua evolução temporal irá apresentar substituição gradativa de espécies, sendo esses sistemas colonizados por macrófitas em maior ou menor escala (THOMAZ et al., 1997) o que, no decorrer do

funcionamento do reservatório, poderá trazer novos distúrbios às comunidades presentes, uma vez que os usos inadequados implicam no aporte contínuo de materiais (nutrientes, sedimentos, poluentes), os quais ficam, em sua maior parte, armazenados no sistema (via incorporação biológica ou processo de sedimentação).

Associado ao fator de uso menciona-se ainda a morfometria da bacia de captação em que está inserido um reservatório, bem como sua construção, profundidade e os procedimentos operacionais (vazão e tempo de residência), os quais afetam de forma direta a dinâmica das comunidades bióticas nele presentes (AGOSTINHO & GOMES, 2005). Por outro lado, a própria formação de zonas diferenciadas (zonas de rio, transição e lacustre), segundo Thorton *et al.* (1990), contribui para a distribuição heterogênea das comunidades e das propriedades físicas e químicas, com gradientes longitudinais resultantes do fluxo principal de água no reservatório (ZANATA, 2001). Salienta-se, ainda, a profundidade dos reservatórios, o que, associado a outros fatores, tem influência nos padrões de circulação do sistema aquático, promovendo alterações substanciais nas dinâmicas biótica e abiótica do sistema.

No Brasil, a maioria dos lagos e reservatórios são relativamente rasos, mas com uma morfometria (dendrítica) que possibilita a formação de extensas regiões litorâneas, as quais são amplamente ocupadas por macrófitas. Essas regiões são consideradas as principais responsáveis pela produtividade biológica dos sistemas aquáticos e são extremamente vulneráveis aos impactos causados pelo homem, como a poluição e a turbidez da água, ocasionada pelo material inorgânico proveniente da erosão dos solos e carregado pelas chuvas (WETZEL, 1975; ESTEVES, 1998; THOMAZ & BINI, 1999).

Em relação ao processo de eutrofização em um reservatório, este propicia a proliferação do fitoplâncton, em especial de cianobactérias, e de macrófitas aquáticas, principalmente as espécies *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*. Além disso, os materiais em suspensão na água provocam a diminuição da zona eufótica, reduzem a concentração de O₂ dissolvido na água e a produção primária fitoplanctônica e podem ainda, ocasionar mortalidade em massa de peixes e macrófitas (TUNDISI, 1999). Outro problema associado à eutrofização é a redução da vida útil dos reservatórios, devido ao aporte de sedimentos oriundos da erosão do solo das áreas de entorno (TUNDISI, MATSUMURA-TUNDISI & ROCHA, 1999a; ESPÍNDOLA, et al., 2004). A sedimentação, além de contribuir para a redução da vida útil de reservatórios, também promove a redução do nível da água em áreas mais rasas, ampliando a região alagada e favorecendo o estabelecimento e a expansão das macrófitas aquáticas, como pode ser encontrado em vários reservatórios do país; como é o

caso do reservatório de Salto Grande, localizado no município de Americana, São Paulo (ESPÍNDOLA *et al*, 2004).

A presença de macrófitas aquáticas em reservatórios de regiões subtropicais e tropicais é comum devido à ocorrência de mudanças causadas pela construção do reservatório, tais como redução da velocidade da água, controle da variação do nível da água, estabilidade do sedimento e desenvolvimento de áreas protegidas, podendo estas áreas se tornar ambientes caracterizados pelo crescimento excessivo de macrófitas. Em geral, na área de desembocadura dos rios em reservatórios, as macrófitas aquáticas emersas podem apresentar elevada biomassa. Já na região próxima à barragem, devido à maior profundidade de penetração da luz, as macrófitas aquáticas submersas é que podem se constituir em importantes produtores de matéria orgânica para o sistema. Situação similar foi identificada por Thomaz (2005) em alguns reservatórios dos Estados do Paraná e São Paulo. Cavenaghi *et al.*, (2005), por outro lado, concluiu em seu estudo realizado em cinco reservatórios da bacia do rio Tietê, que a sedimentação nas margens e nas regiões de entrada de tributários nos reservatórios está diretamente associada às grandes infestações por macrófitas marginais e flutuantes.

Apesar de sua importância ecológica, o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas em reservatórios pode causar diversos problemas ambientais, além de prejuízos à geração de energia e à navegação, entre outros usos múltiplos (JUNK *et al.*, 1981), o que tem promovido discussões entre empreendedores, comunidade científica, órgãos ambientais e gestores públicos que procuram compreender as causas, consequências e formas de controle da proliferação de macrófitas aquáticas.

2.2. ECOLOGIA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

A definição de macrófitas aquáticas difere dependendo de cada autor. Por exemplo, uma das primeiras definições sobre essas plantas foi proposta por Weaner & Clements (1938) apud Esteves (1988), que definiam as macrófitas aquáticas como plantas herbáceas que crescem na água, em solos cobertos por água ou em solos saturados com água. Para Fasset (1966), Cook (1974) e Irgang & Gastal Jr.(1996), as macrófitas aquáticas são vegetais visíveis a olho nu, que possuem partes fotossintéticas ativas permanentes ou presentes durante diversos meses a cada ano, podendo ser flutuantes ou submersas, parcial ou totalmente, em água doce ou salobra (POTT & POTT, 2000).

Para o Programa Internacional de Biologia (IBP), as macrófitas aquáticas são vegetais que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos. Esta última definição é a mais aceita, segundo Esteves (1988).

As macrófitas são classificadas segundo seu biótipo, conforme citações de Esteves (1988) e Pott & Pott (2000), como pode ser observado na Figura 1:

- **Anfíbia:** plantas que podem viver tanto em áreas alagadas como fora da água, tendo sua morfologia geralmente modificada da fase aquática para terrestre quando as águas estão baixas. Exemplos: *Ludwigia*, *Brachiaria*, *Cyperus*, etc.;
- **Emergente:** enraizadas no sedimento, porém com folhas fora da água. Exemplos: *Pontederia*, *Eleocharis*, *Typha*, etc.;
- **Flutuante fixa:** enraizadas no fundo, porém com caules e folhas flutuantes. Exemplos: *Nymphoides*, *Nymphaea*, etc.;
- **Flutuante livre:** não enraizadas, flutuando livremente e podendo ser arrastadas pelo vento, correnteza e animais. Exemplos: *Salvinia*, *Eichhornia*, *Pistia*, etc.;
- **Submersa fixa:** enraizadas no sedimento, crescendo totalmente debaixo d'água, podendo as flores saírem para fora da água. Exemplos: *Vallisneria*, *Egeria*, *Mayaca*, etc.;
- **Submersa livre:** não enraizadas, totalmente submersas, podendo apenas as flores serem emergidas. Exemplos: *Ceratophyllum*, etc.
- **Epífita:** se instalam sobre outras plantas aquáticas. Exemplo: *Utricularia*, etc.

Normalmente estes diferentes grupos ecológicos se distribuem paralelamente da margem para o interior do lago, começando pelas anfíbias e emersas, seguidas pelas folhas flutuantes e por último as submersas enraizadas (ESTEVES, 1988).

Figura 1. Tipologia ecológica de macrófitas aquáticas: 1. Anfíbia, 2. Emergente, 3. Flutuante fixa, 4. Submersa livre, 5. Submersa fixa, 6. Flutuante livre, 7. Epífita. Fonte: Adaptado de Riemer (1984) e modificado por Cláudio Turene.

As macrófitas aquáticas podem ser encontradas nas margens e áreas mais rasas de rios, reservatórios, lagos, cachoeiras e áreas alagadas (ARBER, 1920; WETZEL, 1981 e ESTEVES, 1988). Wetzel (1993) cita que as zonas litorâneas são áreas de grande produtividade e diversidade de espécies, devido à produção primária das macrófitas, perifíton e fitoplâncton e, também, às maiores concentrações de nutrientes, resultantes do aporte de materiais orgânicos e inorgânicos, caracterizando-as como áreas de grande importância ecológica. Além disso, as macrófitas da região litorânea de lagos e reservatórios são responsáveis pela síntese de matéria orgânica, contribuindo de modo significativo para a produção e regulação do metabolismo de todo o ecossistema aquático, além de possuírem um importante papel na produção de matéria orgânica e na organização espacial do ambiente (WETZEL, 1975). As plantas aquáticas possuem, portanto, um papel de grande importância nos ecossistemas aquáticos, por servirem de base da cadeia alimentar desse meio ecológico.

Assim, áreas alagadas são consideradas importantes para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, funcionando não somente como habitat, proteção, fonte de alimento,

mas também como filtro ecológico que retém, por meios de mecanismos físicos (barreira física/adsorção) ou biológicos (absorção), os nutrientes e demais materiais que são carregados por meio de fontes difusa ou pontual para dentro dos reservatórios. Lopes-Ferreira (2000), por exemplo, verificou uma redução de 50% de nitrito, 63% de fosfato inorgânico, 32% de fósforo e 90% da densidade de coliformes fecais na água do reservatório de Salto Grande, Americana, São Paulo. Para essa autora, o papel da comunidade de macrófitas aquáticas associadas às áreas alagadas é imprescindível para a conservação dos recursos hídricos, sendo reconhecidas suas importantes capacidades de filtração e despoluição, bem como de absorver metais pesados.

Whitaker (1993) menciona que as áreas alagadas fornecem habitat com elevada diversidade e exercem função reguladora dos ecossistemas adjacentes, modificando a hidrologia e o transporte dos sedimentos, absorvendo nutrientes inorgânicos presentes em águas de ecossistemas a jusante e purificando águas poluídas, regulando desta forma a produtividade primária e, conseqüentemente, controlando a eutrofização. Tundisi, Matsumura-Tundisi & Rocha (1999a) também consideram as áreas alagadas como importantes compartimentos associados aos reservatórios, com relevante papel na reposição de estoque de peixes, eliminação de nitrogênio, retenção de metais pesados e fósforo e aumento da biodiversidade.

Esse fato foi confirmado por meio da pesquisa realizada por Lopes-Ferreira (1995), que constatou o efeito depurador de macrófitas no tratamento de esgotos sanitários, reduzindo a carga de nutrientes, de coliformes e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), por meio da adsorção de material orgânico particulado e dissolvido pelas raízes. O autor ainda afirma que a alta concentração de nutrientes satura as plantas, podendo ocorrer degeneração no metabolismo das mesmas.

A capacidade das macrófitas aquáticas em colonizar ambientes aquáticos com diferentes características físicas e químicas se deve a suas adaptações morfofisiológicas. O tempo de colonização dos reservatórios pelas macrófitas está relacionado às características morfométricas e aos fatores físicos e químicos da água, ao “pool” regional de espécies, à composição do sedimento, aos mecanismos de dispersão e às interações interespecíficas. O aumento da heterogeneidade espacial possibilita o aumento da riqueza de espécies (THOMAZ & BINI, 1999).

Segundo Tundisi, Matsumura-Tundisi & Rocha (1999), vários fatores podem interferir na composição, sucessão, biomassa, produtividade e colonização das comunidades nos

ecossistemas aquáticos, incluindo as fontes de variabilidades espacial e temporal, tais como flutuação de nível e tempo de retenção da água no sistema, precipitação e vento.

Coutinho (1984), confirmou a influência desses fatores ambientais estudando a ecologia populacional de *Eichhornia azurea* na Lagoa do Infernã (Luiz Antônio – SP), onde foi verificado que a abundância das macrófitas aquáticas em regiões tropicais se deve às condições ambientais como temperatura elevada, radiação solar, regime pluviométrico e variações sazonais do nível da água, contribuindo com maior ou menor quantidade de matéria orgânica autóctone para o sistema, dependendo das características morfológicas e fenológicas de cada espécie.

Thomaz *et al.* (2005), ainda citam que a concentração de nutrientes e a radiação subaquática estão intimamente relacionada com a distribuição, crescimento e riqueza de espécies das macrófitas aquáticas. Além disso, sua distribuição e abundância podem ser também determinadas pela composição dos sedimentos e ação dos herbívoros (BIANCHINI, 2003). Thomaz (2005) menciona que em pesquisa realizada nos reservatórios do rio Paranapanema, pode ser observado que a alcalinidade (fator normalmente relacionado com as características geológicas da bacia de drenagem) e a transparência da água também são fatores que estão relacionados com o padrão de distribuição das espécies de macrófitas aquáticas. Esse autor ainda cita que foi observado que a diminuição do nível da água no reservatório de Itaipu reduziu de forma acentuada a biomassa de macrófitas submersas (*Egeria najas*); demorando 40 meses para se recuperarem; e para as espécies flutuantes o crescimento foi maciço: *E. crassipes* e *Salvinia herzogii* cobriram 18 hectares em 68 dias, resultando em uma massa de 69 toneladas de peso seco. Ainda segundo esse autor, a declividade da bacia de drenagem é outro fator que acaba por afetar o desenvolvimento de bancos de macrófitas submersas, pois quanto maior a declividade menor será a chance das plantas submersas se desenvolverem, devido à instabilidade do sedimento. Carvalho *et al.* (2005), pesquisando a relação existente entre a turbidez das represas do rio Tietê e as espécies de macrófitas encontradas, puderam observar que as espécies flutuantes e emersas ocorrem em reservatórios com maior turbidez e as submersas em reservatórios com menor turbidez, porém *Eichhornia crassipes* (aguapé) foi observada em grande escala em todos os reservatórios, independente da turbidez da água, confirmando o cosmopolitismo da espécie. Thomaz & Bini (1999), consideram que a distribuição de macrófitas também pode ser explicada segundo algumas interações específicas como competição, herbivoria, parasitismo, entre outros.

Por outro lado, as macrófitas aquáticas não somente são influenciadas por uma diversidade de fatores ambientais, mas também alteram as características do meio. Petracco

(1995), por exemplo, ao estudar a represa de Barra Bonita, no Estado de São Paulo, pode observar que bancos de macrófitas emersas influenciavam diretamente a temperatura e as propriedades físico-químicas da água, sendo acentuadas as diferenças nas concentrações do oxigênio dissolvido e nutrientes dissolvidos e totais dentro e fora dos bancos de macrófitas.

Além de efeitos em menor escala, a ocorrência (densidade e biomassa) de macrófitas aquáticas de maneira descontrolada em reservatórios é um problema de importância crescente. A colonização excessiva dessas plantas aquáticas vem causando prejuízos em grande parte dos reservatórios de várias regiões, tanto pela infestação quanto pela decorrente interrupção temporária da geração de energia, ocasionando prejuízos à produção desta e a outros usos da água. As espécies mais preocupantes são as flutuantes livres *Eichhornia crassipes* e *Salvinia* spp e as submersas *Egeria densa* e *Egeria najas* (THOMAZ ;BINI, 1998; POMPÊO; MOSCHINI – CARLOS, 2003).

A proliferação descontrolada pode impedir a navegação, obstruir as grades de tomada d'água dos reservatórios, diminuindo a produção de energia elétrica, impedindo as atividades recreacionais e favorecendo a formação de habitats propícios à proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica. Também podem arrastar as bóias de orientação das hidrovias, aumentando o risco de acidentes e entupir as tubulações de captação de água para irrigação (MARCONDES *et al.*, 2003).

Esse fato pode ser confirmado no reservatório de Barra Bonita, onde Velini (1998) constatou, em relação às espécies de plantas aquáticas e seus níveis de infestação, que a área ocupada em 2001 era de 27.718 ha e anteriormente era de 1.871 ha, ou seja, 6,75% do total da área de alagamento, sendo identificadas 17 espécies dessas plantas aquáticas na represa. Em sequência, o reservatório de Bariri, possuindo uma área de alagamento de 5.318 ha, apresentou uma área de 426 ha infestada por 15 espécies de macrófitas, correspondendo a 8,0% do total da área alagada (GALO *et al.*, 2002). Os estudos desenvolvidos na represa de Salto Grande, Americana, SP, também mencionam uma ampla distribuição das macrófitas, cobrindo quase que 15% da área superficial, trazendo sérios problemas de ordens ambiental, social e econômica (ESPINDOLA *et al*, 2004).

Concessionárias de energia de outros Estados também passam por problemas com a proliferação de macrófitas aquáticas. Pompêo (1999) descreve em sua pesquisa que a Light, Concessionária de Energia Elétrica do Rio de Janeiro, no sistema Piraí – Paraíba do Sul, gastou cerca de três milhões de dólares com a retirada de cerca de 40 caminhões diários de macrófitas aquáticas do reservatório.

Ainda segundo Pompêo (1999), a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) também apresentou problemas com a proliferação de macrófitas no sistema Moxotó – Paulo Afonso (BA). A Companhia, em 1995/1996, dispendeu muitos recursos visando apenas retirar a macrófita aquática submersa *Egeria densa*, que ficava retida nas grades de proteção de entrada de água das turbinas. Outro local que apresentou recentemente problemas com a proliferação de macrófitas aquáticas flutuantes foi o reservatório de Itá, localizado no Estado do Rio Grande do Sul, o qual possui uma área de espelho d'água de aproximadamente 150 km², sendo 1/3 dessa área superficial ocupada por essas plantas.

Marcondes *et al.* (2003), em trabalhos realizados no reservatório de Jupia, puderam observar que devido à ocorrência de entupimento das grades protetoras da turbina, ocasionado pelas macrófitas, há uma diminuição da passagem da água, provocando oscilação de potência da energia. Essas oscilações e uma maior pressão sobre as grades acabam por deformá-las e até rompê-las, tornando inevitável a interrupção do funcionamento da unidade geradora para substituição da grade danificada. Os autores ainda citam, que para evitar a parada das turbinas a geração de energia é reduzida em até 60% ou mais. Entre os anos de 1990 e 1999, a usina Engenheiro Souza Dias teve 1016 unidades de grades substituídas, sendo que para cada substituição de grade a unidade geradora teve que ser parada por aproximadamente 40 horas.

Fidelman (2004), estudando os impactos causados pelo crescimento excessivo de *E. crassipes* na bacia do rio Cachoeira, Sul da Bahia, verificou que durante períodos de maiores vazões do rio Cachoeira e devido ao crescimento excessivo dessa e de outras espécies de plantas aquáticas, há um grande transporte da biomassa destas plantas para o litoral, cobrindo parte das praias do município de Itabuna e Ilhéus, comprometendo a paisagem e trazendo prejuízos às atividades turísticas e de recreação.

Para Martins *et al.*, (2003), o levantamento de infestações por plantas aquáticas em reservatórios faz-se necessário por permitir a análise do grau de infestação e distribuição das diferentes espécies nos corpos d'água estudados. A partir desses dados, decisões podem ser tomadas a respeito da maneira mais correta de interagir com essas plantas, desde um simples monitoramento de infestação e distribuição até uma prática de controle.

Porém, apesar de todos os problemas provocados pelas macrófitas aquáticas, sabe-se também que estas plantas desempenham um importante papel na estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Agostinho *et al.* (2003), mencionam que em vários reservatórios brasileiros, em diferentes escalas espaciais, ocorre uma relação positiva entre a cobertura de macrófitas e a diversidade de peixes. Essas plantas aquáticas também funcionam como

habitats e refúgios contra predadores para diversas espécies animais (ESTEVES, 1988). Além disso, servem como bioindicadoras de características ambientais ou do estado trófico de sistemas lóticos e lênticos (PEDRALI, 2003).

As macrófitas também atuam como importante fonte de alimento para muitos tipos de peixes. Miyazaki & Pitelli (2003), em experimento feito com pacu (*Piaractus mesopotamicus*), em laboratório, verificaram que este peixe pode ser um bom agente de controle biológico de *Egeria densa*, *E. najas* e *Ceratophyllum demersum*, podendo trazer bons resultados no manejo integrado de plantas aquáticas.

Exercem influência na química da água, atuam como substrato para algas, sustentando a cadeia de detritos e de herbivoria e funcionam como compartimento armazenador de nutrientes (WETZEL, 1981). Possuem papel relevante nos ambientes aquáticos em que se encontram devido à alta produtividade primária, importância na ciclagem de nutrientes e contribuição como filtro ecológico (NOGUEIRA, 1989; ESTEVES, 1998) e ajudam na proteção e estabilização das margens (ESTEVES, op. cit.). Além disso, a biomassa destas plantas aquáticas também pode ser usada na produção de adubo orgânico. Para testar essa possibilidade a CHESF, em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), fez um experimento onde foi confirmada a viabilidade de transformação de *Egeria densa* em adubo orgânico de solo, possibilitando a incorporação de nutrientes ao solo e aumentando a produção agrícola (SAMPAIO & OLIVEIRA, 2005).

Faria (2002), em sua pesquisa realizada no reservatório de Salto Grande, Americana, SP, avaliou uma nova alternativa para a retirada das macrófitas aquáticas. Segundo o autor, a utilização das macrófitas em tijolos de adobe é viável, sendo uma alternativa não somente para a retirada das plantas, mas também para a redução do problema de moradia de baixo custo. Ainda segundo esse mesmo autor, essas plantas aquáticas também podem ser utilizadas como complemento alimentar animal, visto que podem conter de 10 a 30% de proteínas como a maioria das forragens; polpa para produção de papel, fibras para a montagem de artesanatos, construções de pequenas embarcações ou cobertura de construções, além da produção de biogás, já que contém 70% de metano e 30% de dióxido de carbono; algumas espécies, como o espinafre aquático (*Ipomoea aquatica* ou *Ipomoea reptans*) e o arroz (*Oriza sativa*), entre outras, podem ser usadas na alimentação humana.

No reservatório do Lobo, local de desenvolvimento da presente pesquisa, muitos estudos já foram desenvolvidos desde 1971 (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1995), caracterizando o sistema como um dos ambientes de água doce mais estudados do país. São

inúmeros os trabalhos já realizados em relação às variáveis limnológicas, sedimentológicas, fatores climatológicos, balneabilidade, entre outros, podendo ser citados alguns autores como: Strixino (1973), Marins (1975), Godinho (1976), Tundisi (1977), Barbieri (1978), Moraes (1978), Rocha (1978), Hino (1979), Trindade (1980), Panitz (1980), Calijuri (1985), Tundisi (1986), Simonato (1986), Oishi (1990), Tundisi; Matsumura-Tundisi (1995), Queiroz (2000), Tundisi *et al.* (2000), Tundisi (2003), Argenton (2004) e Motheo (2005).

No entanto, os estudos sobre macrófitas aquáticas ainda são escassos, apesar de sua ampla distribuição no sistema, o que está relacionado, segundo Strixino (1973), ao fato da represa apresentar quase que 60% de sua área com profundidade menor que 4m, conferindo ao sistema características típicas litorâneas.

As pesquisas desenvolvidas no reservatório do Lobo e relacionadas com macrófitas aquáticas foram aquelas de: Soares (1981), que estudou a produtividade do perifíton em algumas espécies de macrófitas como *Panicum rivulare* Trin., *Nymphoides indica* Kuntze, *Pontederia cordata* L. e *Nymphaea ampla* DC.; Santos (1981), que avaliou a fixação de nitrogênio em rizosfera de seis espécies de macrófitas aquáticas; Azevedo (1982), que estudou parâmetros relacionadas com a decomposição das macrófitas aquáticas *Nymphoides indica* e *Mayaca sellowiana*; Gazarini (1983), que pesquisou aspectos ecológicos, dentre eles o fenológico, da espécie *Mayaca fluviatilis*; Camargo (1984), que estudou a associação de macroinvertebrados na decomposição da biomassa de *Nymphoides indica*, *Pontederia cortada* e *Mayaca fluviatilis*; Menezes (1984), que analisou a biomassa, produção primária e de detritos das espécies *Nymphoides indica* (L) O Kuntze, *Pontederia cordata* (L) e *Utricularia breviscapa*; Barbieri (1984), que estudou a composição química de *Nymphoides indica*, *Pontederia cordata*, *Andropogon bicornis* e *Utricularia breviscapa* Griseb; e Whitaker (1993), que avaliou a área alagada da represa do Lobo e os processos ecológicos associados ao potencial de desnitrificação dos sedimentos.

Em relação às principais espécies existentes no reservatório em questão, Trindade (1980) registrou na região brejosa da represa as seguintes famílias e gêneros: Onagraceae (*Ludwigia*), Polygonaceae (*Polygonum*), Pontederiaceae (*Pontederia*), Mayacaceae (*Mayaca*), Menyanthaceae (*Nymphoides*), Nymphaeaceae (*Nymphaea*), Lentibulariaceae (*Utriculária*), Xyridaceae (*Xyris*), Scrophulariaceae, Eriocaulaceae, Iridaceae, Cyperaceae e Gramineae. Já na parte periférica da represa foram encontrados outras famílias e gêneros tais como: Lycopodiaceae (*Lycopodium*), Sphagnaceae (*Sphagnum*), Droseraceae (*Drosera*) e Gramineae (*Andropogon*).

Menezes (1984), estudando a biomassa e produção primária de macrófitas aquáticas na represa do Lobo (Broa), pôde observar a ocorrência de 40 diferentes espécies, sendo que *Nymphoides indica* (L.) O Kuntze, *Pontederia cordata* e *Utricularia breviscapa* apresentavam extensas áreas de distribuição e valores elevados de biomassa.

Barbieri (1984) estudou, na mesma represa e na mesma época, a distribuição das mesmas espécies anteriormente citadas, além de *Andropogon bicornis* L., que apesar de não ser uma macrófita propriamente dita, participava do metabolismo da represa. Esse autor considera *Nymphoides indica* a espécie mais importante, dentre as 4 espécies por ele estudadas e acima citadas, no ciclo de material orgânico e nutrientes (N e P), funcionando como bombeadoras de nutrientes do sedimento para a coluna d'água, podendo esse fato explicar as condições mesotróficas da parte superior da represa.

Motheo (2005) menciona em trabalho realizado no reservatório do Lobo (Broa), que desde 1999 essa represa vem sofrendo alterações bruscas em sua qualidade ambiental, podendo ser citadas a mortandade de peixes ocorrida no mês de março deste mesmo ano, as florações de *Microcystis aeruginosa* observadas próximo à barragem e a substituição de espécies de macrófitas na parte superior da represa, tais como *Nymphaea elegans*, *Nymphoides indica* e *Mayaca sp* por *Pistia stratiotes*, caracterizando a transição das condições da represa de mesotróficas para eutróficas.

Verifica-se, portanto, que nos últimos anos não foram desenvolvidas pesquisas sobre as macrófitas aquáticas no reservatório do Lobo, ocorrendo apenas menções das alterações na composição e distribuição destas em pesquisas direcionadas a comunidade planctônica, balneabilidade, qualidade da água, entre outras. A partir dos resultados dos trabalhos anteriormente mencionados é possível inferir que o reservatório vem apresentando alterações decorrentes do uso e ocupação da bacia hidrográfica, envolvendo atividades de agricultura, reflorestamento, turismo, expansão dos loteamentos e clubes, além do aporte de efluentes domésticos, os quais alteram a composição química da água, a estrutura física do sistema e estabelecem nova organização biótica, o que justifica a presente pesquisa.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa foi avaliar a composição e distribuição das macrófitas aquáticas no reservatório do Lobo (Broa), considerando todas as áreas com presença de macrófitas, em quatro períodos do ano (chuvoso, seco e intermediários).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos da pesquisa foram:

- Avaliar as características limnológicas do reservatório, envolvendo os compartimentos água e sedimento.
- Avaliar a composição e distribuição das macrófitas aquáticas e sua relação com as características físicas e químicas da água e sedimento.
- Analisar as mudanças na composição e distribuição das espécies em função das alterações climatológicas (precipitação, temperatura, vento), hidrológicas (variáveis físicas e químicas) e hidrodinâmicas (vazão, tempo de residência e volume da água no reservatório).
- Avaliar as alterações na composição das macrófitas aquáticas em função do grau de trofia do sistema, considerando estudos anteriores.

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no reservatório do Lobo (Broa), que está localizado na região central do Estado de São Paulo, entre os municípios de Brotas e Itirapina (SP), a uma latitude de 22°15'S, longitude de 47 ° 49'W e altitude de 705m (TUNDISI *et al.*, 2000), conforme apresentado nas Figuras 2 e 3.

Figura 2. Localização do município de Itirapina no Estado de São Paulo, a partir da América do Sul, e a cidade de Itirapina entre as bacias de drenagem (Ilustração elaborada por Cláudio Turene)

Figura 3. Mapa da Bacia Hidrográfica do Reservatório do Lobo e seus respectivos tributários (Ilustração de Cláudio Turene).

O reservatório foi construído em 1936 pela Central Elétrica de Rio Claro S.A (SACERC), que hoje faz parte da Elektro/Centrais Elétricas de São Paulo (CESP), com a finalidade de produção de energia elétrica. Mais tarde, passou a ser utilizada também como área de lazer, recreação, pesca e pesquisas experimentais (TUNDISI, 1988; ARGENTON, 2004).

O reservatório está inserido na sub-bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo, afluente do rio Jacaré-Guaçu, o qual é tributário da margem direita do rio Tietê. A rede hidrográfica é formada principalmente pelo represamento do ribeirão do Lobo e rio Itaqueri (com os afluentes ribeirão da Água Branca e córrego do Limoeiro) e pelos córregos do Geraldo, das Perdizes, Água Branca/Limoeiro e ribeirão da Onça (este último flui indiretamente para a represa), segundo Marins (1972), os quais estão enquadrados, de acordo com a resolução CONAMA 20/86 (atual 357/2005) como corpos de água do tipo Classe 2 (ARGENTON, 2004; MOTHEO, 2005).

O rio Itaqueri e o ribeirão do Lobo são responsáveis por 80% do total de água que entra no reservatório (Tundisi, 1977), e é através deles, também, que chega a maior parte de sedimentos, sendo considerados como as principais fontes de entrada de nutrientes para a represa (MORAES, 1978).

As características gerais da bacia hidrográfica do Lobo e do reservatório do Lobo estão descritas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Características gerais da bacia hidrográfica do reservatório do Lobo (TUNDISI et al., 2000).

Área	227,7 Km ²
Densidade de drenagem	0,75 Km/Km ²
Declividade média da bacia	0,00575 m/m
Altitude máxima	940 m
Altitude média	770 m
Altitude mínima	680 m

Tabela 2. Características gerais do reservatório do Lobo (TUNDISI, 1986).

Comprimento	8,0 Km
Largura máxima	2,0 Km
Largura média	0,9 Km
Profundidade máxima	12,0 m
Profundidade média	3,0 m
Área de superfície	6,8 Km ²
Perímetro	21,0 Km
Volume	22,0 x 10 ⁶ m ³

Segundo Queiroz (2000), o reservatório do Lobo está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Corumbataí, Botucatu e Tejupá, criada pelo Decreto Estadual nº. 20.960, de 8 de junho de 1983. Este Decreto Estadual foi instituído pelo fato da região possuir uma diversidade de ambientes naturais razoavelmente conservados, ricos patrimônios arqueológico e histórico, recursos hidrológicos de qualidade e elementos da paisagem que se destacam entre os atributos ecológicos. No entanto, diversos usos não compatíveis com a sustentabilidade ambiental ocorrem na região, destacando-se os usos destinados às atividades turísticas, a pesca predatória, a construção de condomínios e o desmatamento em áreas de preservação permanente, o plantio de *Eucaliptus* e *Pinus*, a expansão do cultivo de cana-de-açúcar (Figura 4), entre outros impactos verificados em toda a extensão próxima aos rios Itaqueri e Lobo.

Figura 4. Imagem de satélite da região da Represa do Lobo (Broa), localizada entre os municípios de Brotas e Itirapina (São Paulo), com destaque para os principais tributários e alguns usos preponderantes. Modificado de Queiroz (2000).

A área da represa e suas adjacências são formadas por rochas da formação Serra Geral (arenito, basalto, intertrap e diabásio) e sedimentos holocênicos (areias, cascalhos e argilas), apresentando em alguns pontos intrusão de basalto, materiais estes provenientes do desgaste da formação Botucatu-Pirambóia e do Grupo Bauru (CALIJURI, 1988; QUEIROZ, 2000).

Segundo Strixino (1973), a represa do Lobo possui um declive longitudinal mediano pouco acentuado com sentido da cabeceira (profundidade aproximada de 3m) para a barragem (profundidade aproximada entre 10 e 11,5 m), sendo observado por esse autor que 50% da área total possui 3m de profundidade e apenas 15% da represa possui profundidades superiores a 6m.

Em relação ao solo, este se apresenta predominantemente arenoso (originados do quartzo), podendo ser distinguidos oito tipos de solos diferentes, tais como: hidromórficos, orgânicos, latossolos (amarelo e vermelho), regossolo, solos litólicos, terra roxa (derivado do basalto) e solos podzóicos e arenosos (MARINS, 1975; OISHI, 1990)

Quanto à vegetação, o Cerrado apresenta-se predominante em toda a bacia e, nos locais onde a área é mais úmida e fértil, a vegetação é substituída por mata de galeria com alta diversidade de fauna; na porção superior dos rios podem ser observadas áreas com pântano (TUNDISI, 1986). Segundo Souza (1977), a região brejosa da represa apresenta macrófitas submersas (total ou parcial) e emersas de várias espécies. A bacia também possui área de reflorestamento de *Pinus* sp e *Eucaliptus* sp, áreas de agriculturas permanente e ocasional e porções alagadas na parte superior da bacia (OISHI, 1990).

O reservatório do Lobo é raso, polimítico e turbulento devido à ação constante de ventos durante todo o ano (direção sul para norte) o que provoca efeitos nas composições químicas da água e sedimento, com períodos limitados de estratificações térmica e química e com nutrientes limitantes ao crescimento e à produção primária do fitoplâncton. O tempo médio de residência da água no reservatório é de aproximadamente 20 dias (TUNDISI, 1977; CALIJURI, 1988; TUNDISI, 2003).

O clima da região é do tipo Cwa, segundo Köppen, ou seja, subtropical mesotérmico, sendo controlado pelas massas de ar equatorial e tropical, com períodos de verão úmido (novembro a abril) e inverno seco (maio a outubro), devido à influência de frentes frias vindas do sul, principalmente na época de outono e inverno, podendo atingir até 10 Km/h nesta época e de 2 a 3 Km/h durante o período de verão. A pluviosidade média varia entre 1300 e 1500 mm por ano, ocorrendo maior precipitação no verão. A evapotranspiração varia entre 900 e 1000 mm/ano e a umidade relativa média é em torno de 75% (TUNDISI et al., 1986; TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1995; TUNDISI et al., 2003).

Em 1990, Calijuri;Tundisi (1990) classificaram o reservatório como um sistema oligo-mesotrófico, com poucos nutrientes, porém trabalhos mais recentes, como os de Tundisi et al. (2003), Argenton (2003) e Motheo (2005) demonstraram que está havendo um crescente aumento na concentração de nutrientes (como nitrogênio e fósforo) e, conseqüentemente, eutrofização, com aparecimento de espécies bioindicadoras de sistemas mais eutrofizados (como a cianobactéria *Microcystis* sp, a macrófita *Pistia* sp e a espécie zooplânctônica *Notodiaptomus iheringi*, Copepoda Calanoida).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. PERÍODO E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

As coletas foram realizadas nos meses de março, maio, agosto e novembro de 2007, compreendendo os períodos de cheia, seca e estações intermediárias.

Para estabelecer os locais de amostragem, a região litorânea do reservatório foi percorrida em sua totalidade em março de 2007, utilizando-se um barco a motor, a velocidade constante, em distância máxima de 3m da margem, o que possibilitou a visualização dos bancos de macrófitas submersas, emersas e flutuantes.

As coletas de água, sedimento e macrófitas foram realizadas de forma assistêmica, tendo sido os pontos de amostragem distribuídos conforme as áreas com presença de macrófitas, como pode ser observado nas Figuras de 5 a 13.

Figura 5. Distribuição dos pontos de amostragem no reservatório do Lobo.

Figura 6. Características gerais do ponto de amostragem “Lobo”.

Figura 7. Características gerais do ponto de amostragem “Itaqueri”.

Figura 8. Características gerais do ponto de amostragem Geraldo.

Figura 9. Características gerais do ponto de amostragem “Perdizes”.

Figura 10. Características gerais do ponto de amostragem “Estiva”.

Figura 11. Características gerais do ponto de amostragem “Vila Pinhal”.

Figura 12. Características gerais do ponto de amostragem “Mina das Pedrinhas”.

Figura 13. Características gerais do ponto de amostragem “Próximo da Barragem”.

5.2. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS E HIDRODINÂMICAS

Os resultados das variáveis climatológicas foram obtidos na Estação Climatológica do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA/EESC/USP), localizada no município de Itirapina, São Paulo. Foram consideradas as medidas de temperatura do ar, precipitação, velocidade do vento e radiação solar.

Os dados de vazão defluente e as cotas de volume do reservatório foram obtidos junto a Elektro – Centrais Elétricas de São Paulo (CESP). Com os valores dessas duas variáveis, foi calculado o tempo de residência da água.

5.3. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DO COMPARTIMENTO ÁGUA

As variáveis temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica foram medidas *in situ*, com o auxílio de um multisensor da marca HORIBA - modelo U-10. As medidas de transparência da água foram realizadas utilizando um disco de Secchi e uma corda graduada, com peso, para determinação da profundidade. Deve-se mencionar, no entanto, que as estações de coleta foram sempre próximas às margens, em profundidade inferior a 1,5m.

Para as análises de nutrientes, material em suspensão e clorofila da água, as amostras foram coletadas na sub-superfície, com utilização da garrafa do tipo Van Dorn e, em seguida, levadas para determinação no Laboratório de Limnologia do Núcleo de Estudos em Ecossistemas Aquáticos (NEEA) - CRHEA/EESC/USP. Os métodos utilizados para a determinação das variáveis físicas e químicas, incluindo também material em suspensão na água (utilizando filtros GF/C-WHATMAN, com porosidade de 0,45µm, previamente calcinados e pesados) constam na Tabela 3.

Para as análises de clorofila, 500 mL de cada amostra foram filtrados, com réplicas, em filtro GF/C-WHATMAN, com porosidade de 0,45µm. Após a filtração os filtros foram colocados em envelopes de papel, acondicionados em frasco escuro contendo sílica-gel e mantidos em temperatura abaixo de 0°C até o momento de extração.

A extração da clorofila *a* na primeira coleta foi feita segundo o método de Nusch (1980), utilizando apenas choque térmico e etanol como solvente (a 80%), aquecido a 75 °C. Após a extração, as amostras permaneceram refrigeradas e no escuro por um período mínimo de 14 horas e, em seguida, as absorvâncias foram lidas em espectrofotômetro marca MICRONAL B280, nos comprimentos de onda de 665 nm e 750 nm.

A partir da segunda coleta optou-se pela utilização do etanol a 90%, aquecido a 75°C, incluindo a maceração mecânica dos filtros em almofariz, além do método anterior (avaliação simultânea), procurando-se obter um melhor resultado nas análises. Como as concentrações foram maiores com a maceração mecânica, optou-se em analisar as amostras das coletas de agosto e novembro de 2007 desta segunda forma. Os resultados foram obtidos a partir da seguinte equação:

$$\text{Clorofila } a \text{ (}\mu\text{g/L)} = 27,9 \{ (E^a_{665} - E^a_{750}) \cdot v / V \cdot I$$

Onde:

27,9 = coeficiente de absorção da clorofila

E^a = amostra não acidificação

v = volume do etanol (em ml)

V = volume da amostra filtrada (em litros)

I = percurso óptico da cubeta (em cm)

Tabela 3. Variáveis físicas e químicas analisadas da água e metodologias de análise utilizadas.

Variáveis	Unidade	Método	Autor
Nitrogênio org. total	mg.L ⁻¹	Espectrofotometria	Golterman et al. (1978)
Nitrito	μg.L ⁻¹	Espectrofotometria	Golterman et al. (1978)
Nitrato	μg.L ⁻¹	Espectrofotometria	Mackereth et al. (1978)
Amônio	μg.L ⁻¹	Espectrofotometria	Koroleff (1976)
Fósforo total	μg.L ⁻¹	Espectrofotometria	APHA (1995)
Fosfato total dissolvido	μg.L ⁻¹	Espectrofotometria	Golterman et al. (1978)
Fosfato inorg. dissolvido	μg.L ⁻¹	Espectrofotometria	Golterman et al. (1978)
Silicato reativo	mg.L ⁻¹	Espectrofotometria	Golterman et al. (1978)
Material em suspensão	mg.L ⁻¹	Gravimetria	Wetzel & Likens (1991)

5.4. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO RESERVATÓRIO

A classificação do grau de trofia do reservatório foi feita através da metodologia proposta por Carlson (1977) e modificada por Toledo et al. (1983). Este índice utiliza quatro

avaliações de estado trófico em função dos valores obtidos para as variáveis: transparência da água, fósforo total, fosfato inorgânico e clorofila *a*.

onde:

$$\text{IET}_M(S) = 10^* \{6 - [(0,64 + \ln \text{Transp}) / \ln 2]\}$$

$$\text{IET}_M(P) = 10^* \{6 - [\ln(80,32/PT) / \ln 2]\}$$

$$\text{IET}_M(\text{PO}_4) = 10^* [6 - \ln(21,67/OF) / \ln 2]$$

$$\text{IET}_M(\text{Cl } a) = 10^* [6 - (2,04 - 0,695 \ln \text{Cl } a) / \ln 2]$$

sendo:

S = leitura da transparência da água pelo disco de Secchi (m)

P = concentração de fósforo total (µg/L) na superfície

PO₄ = concentração de fosfato inorgânico (µg/L) na superfície

Cl *a* = concentração de clorofila *a* (µg/L) na superfície

De acordo com Toledo et al. (1983), a profundidade do disco de Secchi é muito afetada pela elevada turbidez dos reservatórios na maior parte do ano. Assim, para controlar tal problema, estes autores sugerem ponderar o IET médio, de forma a dar menor peso à variável transparência da água, da seguinte forma:

$$\text{IET (médio)} = \text{IET}(S) + 2[\text{IET}(P) + \text{IET}(\text{PO}_4) + \text{IET}(\text{CL})] / 7$$

A partir do IET médio obtido pela última equação o critério de classificação adotado foi:

Oligotrófico se: **IET ≤ 44**

Mesotrófico se: **44 < IET < 54**

Eutrófico se: **IET ≥ 54**

5.5. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DO COMPARTIMENTO SEDIMENTO

As amostras de sedimento foram coletadas nos mesmos pontos de coleta de água, com o auxílio de uma draga de Eckman, sendo acondicionadas em potes plásticos, devidamente etiquetados e, em seguida, transportadas para análise até o Laboratório de Limnologia, do

NEEA/CRHEA/EESC/USP. As amostras foram secas à temperatura ambiente e em seguida submetidas a análises para avaliação quanto ao teor de matéria orgânica, granulometria e concentrações de fósforo e nitrogênio totais, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Variáveis físicas e químicas do sedimento analisadas e métodos de análise.

Variáveis	Unidade	Método	Autor
Nitrogênio org. total	%	Espectrofotometria	Kjeldhal - descrito por Esteves & Camargo (1982)
Fósforo total	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Espectrofotometria	Andersen (1976)
Matéria orgânica	%	Incineração	Trindade (1980)
Granulometria	%	Peneiramento	ABNT (1968)

5.6. MACRÓFITAS AQUÁTICAS

O levantamento da composição e distribuição das macrófitas aquáticas no reservatório foi realizado nos meses de março, maio, agosto e novembro de 2007, procurando-se identificar o maior número de espécies existentes na região abrangente dos pontos de amostragem.

As macrófitas aquáticas foram fotografadas ainda em campo e coletadas para posterior classificação quanto a família, gênero e espécie (quando possível), procurando ainda avaliar as espécies predominantes em cada região do reservatório.

A identificação das espécies foi feita através de consulta às bibliografias especializadas tais como: Hoehne (1940); Fassett (1957); Cook (1974); Joly (1979); Hoehne (1979); Notare (1992); Miller & Warren (1996); Kissmann (1997); Kissmann & Groth (1997); Lorenzi & Souza, (1999); Dias *et al.* (1999); Pott & Pott (2000); *sites* especializados como Flora Brasiliensis, Plantas palustres do Estado de São Paulo, entre outros; e ajuda de profissionais da área, seguindo-se ainda a metodologia utilizada por Tavares (2003).

5.6.1. Análise de riqueza, frequência de ocorrência e similaridade

- Riqueza de espécies:

A riqueza de espécies foi representada, através de um gráfico, pelo número total de espécies registradas em cada ponto de coleta.

- Frequência de ocorrência:

A frequência de ocorrência foi calculada em relação à ocorrência de cada espécie nos oito pontos de amostragem durante os quatro períodos de coleta, sendo este resultado expresso em porcentagem e os táxons classificados da seguinte forma:

Constantes = $F > 50\%$

Comuns = $10\% < F \leq 50\%$

Raros = $F \leq 10\%$

- Índice de similaridade

Os pontos amostrados no reservatório do Lobo foram comparados quanto à ocorrência de macrófitas, através do índice de similaridade de Sorensen (1948), sendo utilizada a seguinte equação:

$$S = [(2c) / (a + b)] \times 100$$

onde:

c = número de espécies comuns entre os pontos a e b

a = número de espécies presentes no ponto a

b = número de espécies presentes no ponto b

O coeficiente é igual a 100 quando duas comunidades são compostas pelas mesmas espécies e igual a 0 quando duas comunidades têm espécies inteiramente diferentes, sendo os dados expressos em % de similaridade.

5.7. ANÁLISE DOS DADOS

Os métodos de análise multivariada podem avaliar as diferenças das comunidades bióticas e das variáveis abióticas, sendo úteis para explorar os dados e gerar hipóteses relevantes para testes (RIBEIRO, 1994). Dessa forma, para interpretação e análise dos dados da água e dos sedimentos foram realizadas análises exploratórias multivariadas (MANOVA, PCA, Cluster), além de testes de hipótese.

As hipóteses testadas verificaram as possíveis diferenças sazonais entre os períodos de coleta e entre os pontos de amostragem do reservatório. Em seguida, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA), hierarquizando as variáveis limnológicas e uma análise de agrupamento (Cluster) para verificar a similaridade entre as estações e épocas de coleta, ambas de acordo com os resultados gerados pelos testes de hipótese.

Sobre o cálculo do IET da água, foi realizada uma análise de variância univariada (ANOVA) com medida repetida no tempo, para verificar se havia diferença significativa entre os índices calculados nos últimos anos.

Para avaliar a distribuição de macrófitas foi computada a riqueza das espécies e o cálculo de frequência de ocorrência das mesmas, para comparação entre as diferentes coletas (março, maio, agosto e novembro) e entre os pontos de amostragem.

Foi realizada também a análise de Cluster, com medida de similaridade de Sorensen (MAGURRAN, 1989) para dados qualitativos como coeficiente de associação e método de ligação do tipo UPGMA (média de grupo), sobre os dados de presença e ausência. Em seguida, foi calculado o coeficiente de correlação cofenética para ser verificada a proporção expressa com que os resultados representam os dados originais, admitindo-se serem significativos os valores acima de 0,8 (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983).

Os programas computacionais estatísticos utilizados na análise dos dados foram o Bioestat e Estatística 7.0.

6. RESULTADOS

6.1. VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS

6.1.1. Precipitação e temperatura do ar

Na Figura 14 estão apresentados os dados de precipitação acumulada e as médias mensais de temperatura do ar entre janeiro e dezembro de 2007, verificando-se valores de precipitação elevados em janeiro, fevereiro, novembro e dezembro, com chuva atípica no mês de julho de 2007. Ausência total de chuva ocorreu somente em agosto e setembro. Os valores de temperatura também caracterizam períodos bem distintos, com máximos e mínimos ocorrendo em março e junho, respectivamente.

O valor de precipitação mais elevado foi de 381,3 mm (em janeiro) e o total anual foi de 1.502,2 mm. A temperatura do ar variou entre 25,7°C, em março, e 18,3°C, em junho.

Durante as semanas que antecederam os dias das coletas, o maior valor de precipitação foi de 61,5 mm, registrado na coleta de novembro, e o menor valor de precipitação foi registrado em agosto, mês em que não houve precipitação. As temperaturas atingiram valores máximo e mínimo de 25,5°C e 20,4°C, em março e agosto, respectivamente.

Figura 14. Variação da temperatura média mensal do ar (°C) e da precipitação total acumulada (mm) na área de estudo, durante o ano de 2007.

6.1.2. Velocidade do vento

A velocidade do vento durante o período de estudo foi maior nos meses de novembro (4,44 m/s) e setembro (4,31 m/s), e as menores velocidades foram registradas nos meses de janeiro e junho (ambas 1,39 m/s), conforme pode ser observado na Figura 15.

Figura 15. Variação da velocidade do vento (m/s) na área de estudo, durante o ano de 2007.

6.1.3. Radiação solar

A radiação solar média mensal atingiu maiores valores em fevereiro ($519,6 \mu\text{E.m}^2.\text{s}^{-1}$) e março ($512,9 \mu\text{E.m}^2.\text{s}^{-1}$) (Figura 16), coincidindo também com a ocorrência de maiores temperaturas, enquanto o menor valor de radiação foi registrado em julho ($285,8 \mu\text{E.m}^2.\text{s}^{-1}$). Em geral, os menores valores de radiação foram observados no período de estiagem, no qual ocorreram também as menores temperaturas.

Figura 16. Variação da radiação solar ($\mu\text{E.m}^2.\text{s}^{-1}$) na área de estudo durante o ano de 2007.

6.2. VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS

6.2.1. Vazão e tempo de residência

Os maiores valores de vazões defluentes ocorreram, em geral, no período de chuvas mais intensas (janeiro) e as menores, no período de menor precipitação (de maio a setembro, excetuando-se julho), sendo que a variação do tempo de residência (TR) foi inversamente proporcional aos valores de vazão (Figura 17). A maior vazão defluente foi acima de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (janeiro), permanecendo abaixo de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ em todos os demais meses. Conseqüentemente, os valores de TR foram menores em janeiro (abaixo de 20 dias) e maiores nos demais, com maior valor de TR ocorrendo em setembro e outubro (aproximadamente 90 dias).

Figura 17. Vazão média (m^3/s) e tempo de residência (dias) da água no reservatório do Lobo durante o ano de 2007.

6.3. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DO COMPARTIMENTO ÁGUA

6.3.1. Temperatura da água

Na Figura 18 estão apresentadas as variações espaciais e temporais dos valores de temperatura ocorridos durante o período de estudo.

As temperaturas mais elevadas foram observadas no mês de março, principalmente nos pontos Próximo a Barragem ($32,5^\circ\text{C}$) e da Mina ($32,3^\circ\text{C}$); as mínimas foram registradas nos pontos Lobo ($18,1^\circ\text{C}$) e Estiva ($20,9^\circ\text{C}$), em agosto, demonstrando a ocorrência de inverno e verão bem definidos. Salienta-se, no entanto, que julho foi um mês atípico, com valores de precipitação bem elevados (acima de 150mm), caracterizando um inverno com baixa temperatura, porém, menos seco. Também deve ser mencionado que os valores de temperatura mais elevados registrados nos pontos Próximo a Barragem e Mina estiveram associados ao horário de realização das coletas e, nos casos dos tributários, ao aporte de água mais fria advinda dos mesmos.

Figura 18. Variação dos valores de temperatura da água nos pontos amostrados no reservatório do Lobo no período de estudo.

6.3.2. Potencial hidrogeniônico

O valor de pH mais elevado foi registrado no ponto Lobo (6,68) no mês de março. Já os demais pontos apresentaram valores mais acentuados no mês de novembro, sendo o máximo observado no ponto Próximo a Barragem (6,60) e mínimo no ponto Itaqueri (3,53), conforme está apresentado na figura 19. Já os menores valores foram obtidos, em sua maioria no mês de agosto, sendo os valores mínimo registrado no ponto Lobo (3,41) e máximo no ponto Próximo a Barragem (4,07). Em geral, os valores de pH estiveram entre 3,0 e 6,0, caracterizando um sistema com águas mais ácidas.

Figura 19. Valores de pH da sub-superfície da água nos pontos amostrados no reservatório do Lobo, durante o período de estudo.

6.3.3. Oxigênio dissolvido

As concentrações mais altas de oxigênio dissolvido foram registradas, em sua maioria, nos meses de março e maio. Em março, a concentração mais elevada ocorreu no ponto da Estiva ($10,6 \text{ mg.L}^{-1}$) e a mínima no ponto do Itaqueri ($1,9 \text{ mg.L}^{-1}$). Em maio, a concentração máxima ocorreu nos pontos da Estiva e da Mina (ambas $8,9 \text{ mg.L}^{-1}$) e a mínima no ponto do Lobo ($6,5 \text{ mg.L}^{-1}$). Como pode ser observado na Figura 20, os valores de oxigênio dissolvido foram menores nas porções superiores (Lobo e Itaqueri) e maiores nas demais, refletindo, talvez, o elevado aporte de matéria orgânica dos principais tributários, a menor contribuição da comunidade fitoplanctônica e a elevada taxa de consumo de oxigênio dissolvido.

Figura 20. Valores de oxigênio dissolvido da sub-superfície da água nos pontos amostrados no reservatório do Lobo, durante o período de estudo.

6.3.4. Condutividade

Os valores de condutividade elétrica estão apresentados na Figura 21, verificando-se que, em geral, os menores valores de condutividade ocorreram em março, com máximo de $15 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no ponto Itaqueri e mínimo de $1 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no ponto da Estiva. A maioria dos pontos de coleta, com exceção dos pontos Lobo, Itaqueri e Perdizes, mantiveram valores de condutividade bem próximos durante os meses de maio, agosto e novembro.

Os maiores valores de condutividade ocorreram no ponto Itaqueri em todos os meses, com máximos de $14,8 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (em maio) e $32,5 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (em novembro), caracterizando a porção do sistema que recebe maior aporte de materiais em relação aos demais.

O ponto de amostragem Lobo foi o que apresentou os menores valores de condutividade em maio, agosto e novembro de 2007, com máximo de $10 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ e mínima de $7,9 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, demonstrando águas menos impactadas em relação aos demais, principalmente ao ponto Itaqueri.

Figura 21. Valores de condutividade da sub-superfície da água nos pontos amostrados no reservatório do Lobo, durante os períodos de coleta.

6.3.5. Transparência da água

Quase todos os pontos de amostragem, em todas as coletas, apresentaram transparência total, com exceção dos pontos Lobo (profundidade de 1,50 e transparência de 0,70m) e Vila Pinhal (profundidade de 1,30m e transparência de 0,80) em novembro de 2007, embora o limite da zona eufótica (considerando 1% da luz incidente) tenha atingido o sedimento.

6.3.6. Nitrogênio total e formas nitrogenadas

Em relação às concentrações de nitrogênio total da água (Figura 22), os maiores valores foram observados em agosto, no ponto Vila Pinhal ($1,03 \text{ mg.L}^{-1}$) e em novembro, no ponto Itaqueri ($0,98 \text{ mg.L}^{-1}$). Os menores valores foram observados nos meses de março ($0,28 \text{ mg.L}^{-1}$) e novembro ($0,23 \text{ mg.L}^{-1}$), ambos no ponto Geraldo. Verifica-se, ainda, acentuada

alteração temporal nas concentrações de nitrogênio total, com valores mais elevados a partir de maio, na maioria das estações de coleta.

Figura 22. Concentração de nitrogênio orgânico total nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo.

Quanto ao nitrito, a maior concentração foi de $7\mu\text{g.L}^{-1}$ (Itaqueri, em novembro) e os menores valores foram registrados em agosto, na maioria das estações, com concentrações geralmente abaixo de $2\mu\text{g.L}^{-1}$, sendo a mínima encontrada no ponto Perdizes ($0,95\mu\text{g.L}^{-1}$) e a máxima no ponto Itaqueri ($1,69\mu\text{g.L}^{-1}$). Menciona-se, ainda, o decréscimo temporal dos valores obtidos de nitrito, conforme apresentado na Figura 23.

Figura 23. Concentração de nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo.

Na análise de nitrato (Figura 24), verifica-se que as maiores concentrações, em todos os períodos, ocorreram no ponto Geraldo, com valor máximo de $90,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ no mês de agosto e mínimo de $13,86 \mu\text{g.L}^{-1}$ em março. Já a menor concentração foi encontrada em maio, no ponto Próximo da Barragem ($4,77 \mu\text{g.L}^{-1}$). Destacam-se, em agosto, os elevados valores de nitrato nos pontos Lobo e Geraldo (acima de $70 \mu\text{g.L}^{-1}$), sendo que nos demais pontos as maiores concentrações ocorreram em novembro.

Figura 24. Concentração de nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo.

Para o íon amônio, as maiores concentrações foram observadas no mês de março, em quase todos os pontos de coleta, com valor máximo de $189,05 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto Mina) e mínimo de $63,92 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto Lobo). Em geral, nos demais meses de coleta as concentrações foram similares em todos os pontos de amostragem (abaixo de $80 \mu\text{g.L}^{-1}$), verificando-se a redução das mesmas nos meses de março a novembro (diferença sazonal), conforme está apresentado na Figura 25.

Figura 25. Concentração de íon amônio ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo.

6.3.7. Fósforo total e formas fosfatadas

Na análise de fósforo total (Figura 26), verifica-se que as maiores concentrações ocorreram em março, com valores geralmente acima de $150 \mu\text{g.L}^{-1}$, apresentando novamente decréscimo temporal, com maior concentração no ponto Geraldo ($700 \mu\text{g.L}^{-1}$). Nos demais meses, principalmente em agosto e novembro, as concentrações estiveram abaixo de $100 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Figura 26. Concentração de fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) da água nas estações de coleta do reservatório do Lobo, no período de estudo.

Para a variável fosfato inorgânico dissolvido, as maiores concentrações ocorreram no ponto Itaqueri, em março ($50,47 \mu\text{g.L}^{-1}$), maio ($48,85 \mu\text{g.L}^{-1}$) e agosto ($23,82 \mu\text{g.L}^{-1}$), conforme pode ser observado na Figura 27. Dos quatro períodos de coleta estudados, o meses de março e maio foram os que apresentaram as maiores concentrações de fosfato inorgânico dissolvido, e as menores ocorreram nos meses de agosto e novembro, sendo a máxima de $1,59 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto Mina e a mínima de $0,39 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto Perdizes.

Figura 27. Concentração de fosfato inorgânico ($\mu\text{g.L}^{-1}$) da água, nas estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.

Quanto à variável fosfato total dissolvido (PTD), novamente as maiores concentrações ocorreram no ponto Itaqueri, nos quatro períodos analisados, atingindo concentrações máxima de $67,16 \mu\text{g.L}^{-1}$ (em maio) e mínima de $43,78 \mu\text{g.L}^{-1}$ (em agosto). Nos demais pontos de amostragem as concentrações foram similares, variando entre $9,81 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $23,53 \mu\text{g.L}^{-1}$ conforme está demonstrado na Figura 28.

Figura 28. Concentração de fosfato total dissolvido na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$), nas estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.

6.3.8. Silicato reativo

Para o silicato reativo (Figura 29), as maiores concentrações foram observadas em agosto, nos pontos Lobo ($7,51 \text{ mg.L}^{-1}$) e Geraldo ($5,77 \text{ mg.L}^{-1}$). Para os demais pontos de amostragem a concentração máxima foi observada em maio, no ponto Mina ($3,98 \text{ mg.L}^{-1}$) e a mínima em março, nos pontos Geraldo e Mina (ambas com $0,70 \text{ mg.L}^{-1}$). Os resultados obtidos também demonstram tendência de aumento das concentrações nas escalas temporal e espacial.

Figura 29. Concentração de silicato reativo na água (mg.L^{-1}), nas estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.

6.3.9. Material em suspensão (Total, Orgânico e Inorgânico)

Os resultados obtidos na análise de material em suspensão podem ser visualizados na Figura 30, verificando-se que a concentração máxima de material em suspensão total foi registrada em novembro, no ponto Mina (23,34 mg.L⁻¹) e a mínima em agosto, no ponto Próximo a Barragem (2,2 mg.L⁻¹).

Em relação ao material em suspensão inorgânico, os valores máximos e mínimos foram novamente observados no mês de novembro, variando entre 10,06 mg.L⁻¹ (no ponto Mina) e 0,06 mg.L⁻¹ (no ponto Itaqueri).

A concentração máxima de material em suspensão orgânico foi encontrada no ponto Mina (13,28 mg.L⁻¹), no mês de novembro e a mínima no ponto Lobo (1,44 mg.L⁻¹), em maio.

Figura 30. Concentração de material em suspensão total (MST), material em suspensão inorgânico (MSI) e material em suspensão orgânico (MSO), em mg.L^{-1} , nas amostras de água dos pontos de coleta do reservatório do Lobo, durante o período de estudo.

6.3.10. Clorofila *a*

Os resultados apresentados correspondem à determinação de clorofila *a* total, com diferença de métodos no mês de março e maio (sem maceração) e agosto e novembro (com maceração). Como é apresentado na Figura 31, as maiores concentrações de clorofila *a* foram obtidas em novembro, em todos os pontos, com valores máximo de $12,20 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto Lobo) e mínimo de $8,13 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto Geraldo). Já as menores concentrações foram observadas em maio, sendo a máxima de $0,21 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto Vila Pinhal e a mínima de $0,01 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto Lobo. Verifica-se que os valores elevados observados em novembro correspondem, de forma evidente, ao aumento da concentração da fração orgânica do material em suspensão.

Figura 31. Concentração de clorofila *a* total ($\mu\text{g.L}^{-1}$), nas estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.

6.3.11. Índice de Estado Trófico

Os resultados do índice de estado trófico, obtidos para as estações de coleta durante o período de estudo, estão representados na Figura 32. Pode-se observar que, em geral, nos meses de março e novembro foram obtidos os maiores valores dos índices de estado trófico em todos os pontos, com redução em maio e agosto. No mês de março o maior índice foi registrado no ponto Geraldo (54,63); classificando-o como eutrófico neste mês e o menor no ponto Próximo da Barragem (46,51). Em maio, o maior índice foi determinado no ponto Mina (49,17) e o menor no ponto Lobo (40,42). Em agosto, o maior índice foi observado no ponto Itaqueri (45,12) e o menor no Perdizes (33,08), enquanto em novembro o maior valor foi registrado no ponto Próximo a Barragem (57,59), classificando-o também como eutrófico neste mês e o menor no Estiva (47,62). Considerando a média dos IET's para os diferentes meses, as estações de coleta foram classificadas em mesotróficas, excetuando-se o ponto Perdizes, caracterizado como oligotrófico.

Figura 32. Índice de estado trófico das estações de coleta do reservatório do Lobo no período de estudo.

6.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Na análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta por quinze variáveis abióticas, testou-se sobre o conjunto de dados gerais o efeito da sazonalidade, da frequência mensal de coleta e da diferença entre os pontos de coleta (Anexo 1 – Tabela 24 a 26). Admitindo-se que o nível de corte de probabilidade aceito foi de 5%, os resultados indicaram que somente a sazonalidade foi significativa para esse conjunto de dados ($p = 0,051$).

O passo seguinte foi realizar uma Análise de Componentes Principais (PCA) sobre as variáveis abióticas, de maneira a hierarquizar os indicadores que compunham cada uma dessas matrizes. Para isso foram feitas quatro PCAs, caracterizando os diferentes meses de coleta (março, maio, agosto e novembro de 2007). Em seguida, utilizaram-se os escores obtidos nas PCAs para a análise de cluster. Essa análise consiste em estabelecer os grupos naturais de objetos (formados a partir da distância ou similaridade entre eles) ou de descritores (estabelecidos pela dependência entre eles), de modo a reuni-los num mesmo conjunto. Dentre os métodos existentes, optou-se pelo agrupamento pela associação não ponderada (UPGMA), recomendado por Romesburg (1984), por atribuir similaridade entre pares de grupos de forma menos extrema que os demais métodos e, também, por proporcionar a utilização de qualquer coeficiente de associação (RIBEIRO, 1994).

Em março, os componentes oxigênio dissolvido, nitrito, temperatura da água, íon amônio, condutividade e fósforo total dissolvido explicaram, juntos, 88,3% da variância total dos dados (Tabela 5). O primeiro componente (61,7%) foi composto por oxigênio dissolvido, nitrito, temperatura da água e íon amônio, todos com carga superior a 0,7. O segundo componente explicou 26,6% da variância, tendo selecionado a condutividade e o fósforo total dissolvido.

As variáveis nitrogênio total, fosfato inorgânico, material em suspensão orgânico, silicato, pH, nitrato, material em suspensão inorgânico, material em suspensão total e fósforo total não foram incluídas nessa análise por não apresentarem carga mínima de 0,70.

Em maio, os dois primeiros componentes explicaram, juntos, 81,2% da variância total dos dados (Tabela 6). O primeiro componente (55,9%) foi composto por oito das quinze variáveis. As variáveis que contribuíram negativamente para este eixo foram íon amônio e nitrato. O segundo componente explicou 25,3% da variância, tendo selecionado somente o material em suspensão (total e inorgânico).

Em agosto, os dois primeiros componentes explicaram, juntos, 90,2% da variância total dos dados (Tabela 7). O primeiro componente (53,1%) foi composto por cinco das quinze variáveis analisadas, sendo elas silicato, pH, nitrato, temperatura e condutividade. O segundo componente explicou 37,1% da variância, tendo selecionado o material em suspensão total, fósforo total, material em suspensão orgânico e nitrito.

E em novembro, os dois primeiros componentes explicaram, juntos, 85,98% da variância total dos dados (Tabela 8). O primeiro componente (67,6%) foi composto por nove variáveis, sendo elas material em suspensão orgânico, nitrato, temperatura, oxigênio dissolvido, material em suspensão total, nitrito, fósforo total, pH e fósforo total dissolvido. O segundo componente explicou 18,38% da variância, tendo selecionado a condutividade (carga negativa) e o íon amônio (carga positiva).

Tabela 5. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para março de 2007

Variáveis selecionadas	Component loading	
	Comp 1	Comp 2
Oxigênio Dissolvido (O.D.)	0.938	-0.264
Nitrito (NO ₂)	0.874	-0.371
Temperatura da água (°C)	0.855	0.378
Íon amônio (NH ₄)	0.852	0.458
Condutividade	0.566	0.724
Fósforo total dissolvido (PTD)	0.529	0.717
% da Variância explicada por eixo	61.68%	26.62%
% total da Variância explicada	88.3%	

Tabela 6. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para maio de 2007

Variáveis selecionadas	Component loading	
	Comp 1	Comp 2
Nitrito (NO ₂)	0.910	0.029
Silicato reativo (SIO)	0.903	-0.113
Condutividade	0.856	-0.154
Oxigênio Dissolvido (O.D.)	0.846	-0.154
Material susp. Orgânico (MSO)	0.802	0.560
Íon amônio (NH ₄)	-0.780	0.244
Nitrogênio Total (NT)	0.742	0.319
Nitrato (NO ₃)	-0.711	0.489
Material susp. Inorgânico (MSI)	-0.150	0.974
Material susp. total (MST)	0.408	0.905
% da Variância explicada por eixo	55.9%	25.3%
% total da Variância explicada	81.2%	

Tabela 7. tes principais (PCA) para agosto de 2007.

Variáveis selecionadas	Component loading	
	Comp 1	Comp 2
Silicato reativo (SIO)	0.982	-0.076
Potencial hidrogeniônico (pH)	0.963	0.082
Nitrato (NO ₃)	0.913	0.088
Temperatura da água (°C)	0.872	0.308
Condutividade	0.763	0.615
Material susp. Total (MST)	0.549	0.777
Fósforo total (PT)	0.298	0.941
Material susp. orgânico (MSO)	0.434	0.861
Nitrito (NO ₂)	0.370	0.784
% da Variância explicada por eixo	53.1%	37.1%
% total da Variância explicada	90.2%	

Tabela 8. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para novembro de 2007.

Variáveis selecionadas	Component loading	
	Comp 1	Comp 2
Material susp. Orgânico (MSO)	0.972	-0.072
Nitrito (NO ₂)	0.966	0.075
Temperatura da água (°C)	0.953	-0.113
Oxigênio dissolvido (OD)	0.940	-0.305
Material susp. total (MST)	0.911	0.217
Nitrato (NO ₃)	0.859	0.013
Fósforo total (PT)	0.828	0.270
Potencial hidrogeniônico (pH)	0.726	0.519
Fosfato total dissolvido (PTD)	0.704	0.534
Condutividade	0.553	-0.795
Íon amônio (NH ₄)	-0.436	0.768
% da Variância explicada por eixo	67.67%	18.31%
% total da Variância explicada	85,98%	

Partindo das PCAs realizadas, procurou-se descobrir padrões de similaridade entre as estações estudadas, utilizando as matrizes dos escores gerados nas mesmas. Em todas as análises de agrupamento foram utilizados a Distância Euclidiana Média e o método UPGMA de ligação, além de calculados os coeficientes de correlação cofenética, para os quais, segundo LEGENDRE & LEGENDRE (1983), devem ser aceitos valores superiores a 0,8.

Uma vez que todos os fatores testados (sazonalidade, meses de coleta e pontos de amostragem) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), optou-se por realizar a análise de agrupamento (cluster) contendo todos os pontos de coleta, discriminando os meses nos quais foram realizadas as campanhas de campo.

O cluster dos dados limnológicos indicou a formação de quatro grandes grupos que correspondem aos meses de coleta (março, maio, agosto e novembro), possuindo um coeficiente de correlação cofenético de 0,9456 (Figura 33). Para a maioria dos pontos de coleta o agrupamento ocorreu distribuído entre esses quatro meses.

Dentro do Grupo 1, que corresponde à coleta de março, os pontos que mais se assemelharam foram Itaqueri (coleta de março) e Mina (coleta de maio), que também faz parte do Grupo 1. Já no Grupo 2, correspondente à coleta de maio, os pontos mais próximos foram Itaqueri e Vila Pinhal. No Grupo 3, referente à coleta de novembro, os pontos que mais se assemelharam foram Perdizes e Estiva e no Grupo 4, referente ao mês de agosto, Estiva e Mina. As exceções ficaram para os pontos Mina (coleta de maio), Lobo e Geraldo na coleta de agosto, e Lobo e Mina na coleta de novembro.

O ponto Mina, em maio, apresentou alta similaridade com os pontos da coleta do mês de março (Grupo 1), por isso no cluster encontra-se no Grupo 1. Os pontos Lobo e Geraldo, em agosto, apresentaram similaridade limnológica em maio e novembro. Já os pontos Lobo e Mina, em novembro, apresentaram maior similaridade com os pontos de coleta em agosto.

Cluster Tree

Case 1 = Lobo (março), Case 2 = Itaqueri (março), Case 3 = Geraldo (março), Case 4 = Perdizes (março), Case 5 = Estiva (março), Case 6 = V.Pinhal (março), Case 7 = Mina (março), Case 8 = Barragem (março), Case 9 = Lobo (maio), Case 10 = Itaqueri (maio), Case 11 = Geraldo (maio), Case 12 = Perdizes (maio), Case 13 = Estiva (maio), Case 14 = V.Pinhal (maio), Case 15 = Mina (maio), Case 16 = Barragem (maio), Case 17 = Lobo (agosto), Case 18 = Itaqueri (agosto), Case 19 = Geraldo (agosto), Case 20 = Perdizes (agosto), Case 21 = Estiva (agosto), Case 22 = V.Pinhal (agosto), Case 23 = Mina (agosto), Case 24 = Barragem (agosto), Case 25 = Lobo (agosto), Case 26 = Itaqueri (agosto), Case 27 = Geraldo (agosto), Case 28 = Perdizes (agosto), Case 29 = Estiva (agosto), Case 30 = V.Pinhal (agosto), Case 31 = Mina (agosto), Case 32 = Barragem (agosto).

Figura 33. Cluster dos escores da PCA para as coletas mensais (cf = 0,9456).

6.5. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DO COMPARTIMENTO SEDIMENTO

6.5.1. Nitrogênio orgânico

Em março a maior porcentagem de nitrogênio foi observada no ponto Lobo (17,29 %) e a menor no ponto Mina (0,26 %), enquanto em maio a máxima foi registrada no ponto Estiva (14,51 %) e a mínima no ponto Mina (0,23 %). No mês de agosto, a máxima ocorreu no ponto Estiva (11,15 %) e a menor no Perdizes (0,19 %), sendo que em novembro o valor máximo foi registrado no ponto Lobo (15,68 %) e o menor no ponto Mina (0,30%), conforme apresentado na Figura 34.

Figura 34. Porcentagem de nitrogênio total (%) no sedimento encontrado nas estações de coleta durante período de estudo.

6.5.2. Fósforo Total

A maior concentração de fósforo total, no mês de março, foi de $3,56 \mu\text{g.g}^{-1}$ (ponto Itaqueri) e a menor ($0,38 \mu\text{g.g}^{-1}$) ocorreu nos pontos Perdizes e Mina. Em maio o maior valor ($5,06 \mu\text{g.g}^{-1}$) foi obtido no ponto Geraldo e o mínimo ($0,08 \mu\text{g.g}^{-1}$) no ponto Mina, enquanto a concentração máxima de agosto foi de $1,52 \mu\text{g.g}^{-1}$, no ponto Vila Pinhal, e a mínima foi de $0,11 \mu\text{g.g}^{-1}$, no ponto Mina. Em novembro a maior concentração ($4,35 \mu\text{g.g}^{-1}$) foi registrada no ponto Itaqueri e a mínima ($0,13 \mu\text{g.g}^{-1}$) no ponto Mina, conforme apresentado na Figura 35.

Figura 35. Concentração de fósforo total ($\mu\text{g.g}^{-1}$) no sedimento, encontrado nas estações de coleta no período de estudo.

6.5.3. Matéria orgânica

Analisando os valores de matéria orgânica no sedimento, verificou-se que em março a maior porcentagem ocorreu no ponto Lobo (8,23%) e a mínima no ponto Mina (0,09 %). Em maio, a máxima contribuição foi registrada no ponto Estiva (9,65 %) e a mínima no Lobo (0,42 %). No mês de agosto os valores variaram entre 7,73 % (Vila Pinhal) e 0,07 % (Mina), enquanto em novembro a maior concentração foi encontrada no ponto Próximo a Barragem (15,12 %) e a mínima no ponto Perdizes (0,54 %), conforme apresentado na Figura 36. Em geral, os menores valores foram registrados nos pontos de coleta Perdizes e Mina.

Figura 36. Porcentagem de matéria orgânica (%) no sedimento das estações de coleta do reservatório do Lobo, durante o período de estudo.

6.5.4. Granulometria

Nas Figuras 37 a 44 podem ser avaliados os resultados da análise granulométrica do sedimento dos oito pontos de coletas durante o período estudo. Em geral, a composição dos sedimentos apresentou maior contribuição de areia fina e areia média, enquanto a fração argila foi encontrada em menor proporção.

O ponto Lobo apresentou as maiores porcentagens de argila e silte no mês de março (3% e 32%, respectivamente), areia fina em novembro (52%), areia média em agosto (68%) e areia grossa em novembro (13%).

No ponto Itaqueri as maiores porcentagens de argila e silte também foram registradas no mês de março (6% e 25% respectivamente), areia fina e média em agosto (47% e 34% respectivamente) e areia grossa em novembro (13%).

No ponto Geraldo, as maiores porcentagens de argila foram obtidas no mês de março (2%), silte em novembro (16%), areia fina em agosto (49%), areia média em maio (56%) e areia grossa em março (25%).

As porcentagens de argila, silte e areia fina, no ponto Perdizes, foram mais elevadas no mês de março (1%, 7% e 54% respectivamente), areia média em novembro (62%) e areia grossa em maio (20%).

No ponto Estiva as maiores concentrações de argila ocorreram em maio (2%), silte em março (21%), areia fina em maio (54%), areia média em agosto (35%) e areia grossa em novembro (24%).

Para o ponto Vila Pinhal, as maiores concentrações de argila e silte foram registradas em novembro (2% e 20% respectivamente), areia fina em março (57%), areia média em maio (65%) e areia grossa em novembro (20%).

No ponto Mina não se verificou a ocorrência de argila. As maiores concentrações de silte e areia fina ocorreram em março (3% e 67% respectivamente), areia média em maio (58%) e areia grossa em novembro (19%).

As maiores porcentagens de argila, no ponto próximo da Barragem, foram encontradas no mês de maio (3%), silte e areia fina em março (14% e 79% respectivamente), areia média em agosto (39%) e areia grossa em novembro (8%).

Figura 37. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Lobo durante o período de estudo.

Figura 38. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Itaqueri durante o período de estudo.

Figura 39. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Geraldo durante o período de estudo.

Figura 40. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Perdizes durante o período de estudo.

Figura 41. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Estiva durante o período de estudo.

Figura 42. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Vila Pinhal durante o período de estudo.

Figura 43. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Mina durante o período de estudo.

Figura 44. Granulometria das amostras de sedimento coletadas no ponto Próximo da Barragem durante o período de estudo.

6.5.5. Análise estatística

A análise de variância multivariada (MANOVA) foi realizada por meio de uma matriz composta por oito variáveis abióticas, onde se testou, sobre o conjunto de dados gerais, o efeito da sazonalidade (seca e cheia), dos quatro meses de coleta e da similaridade entre os pontos de coleta (Anexo 1 – Tabela 27 a 29).

Admitindo-se que o nível de corte de probabilidade aceito foi de $p < 0,05$, os resultados indicaram que a sazonalidade ($p = 0,678$) e os meses ($p = 0,239$) não apresentaram variações significativas para esse conjunto de dados. Já a diferença entre os pontos de coleta apresentou-se significativa ($p = 0,029^*$) e por isso optou-se por analisar as matrizes dos dados em função da semelhança entre os oito pontos de amostragem.

Realizou-se, então, uma Análise de Componentes Principais (PCA) sobre as oito variáveis abióticas, de maneira a hierarquizar os indicadores que compunham cada uma dessas matrizes, desconsiderando as variações ocorridas entre os meses de coleta.

Os dois componentes explicaram, juntos, 81,31% da variância total dos dados. O primeiro componente (53,7%) foi composto por silte, nitrogênio total, fósforo total, matéria orgânica e areia média, todos com carga superior a 0,7. O segundo componente explicou 27,6% da variância, tendo selecionado areia fina e areia grossa. A variável que contribuiu negativamente para este eixo foi a areia fina (Tabela 9).

Tabela 9. Resultados das análises de componentes principais (PCA) para os oito pontos de amostragem.

Variáveis selecionadas	Component loading	
	Comp 1	Comp 2
Silte	0.925	0.077
Nitrogênio Total (NT)	0.888	0.187
Fósforo total (PT)	0.882	0.269
Matéria orgânica (MO)	0.871	0.247
Areia média	0.710	0.586
Areia fina	0.270	-0.894
Areia grossa	0.040	0.784
% da Variância explicada por eixo	53.7%	27.6%
% total da Variância explicada	81.31%	

*A variável argila não integrou essa análise por ter carga abaixo de 0,7.

Da mesma maneira descrita nas análises da água, no cluster realizado para a análise dos sedimentos utilizou-se a Distância Euclidiana Média, o método UPGMA de ligação e o cálculo do coeficiente de correlação cofenética.

O cluster das variáveis analisadas no sedimento indicou a formação de quatro grandes grupos, possuindo um coeficiente de correlação cofenético de 0,8611 (Figura 45). Os pontos de amostragem Itaqueri, Vila Pinhal e Estiva representam o grupo de maior similaridade entre os pontos (Grupo 3), seguido pelo grupo formado pelo Lobo e Geraldo (Grupo 2). Dando continuidade, o terceiro grupo de maior similaridade entre os pontos de coleta foi o que incluiu os pontos Mina e Perdizes (Grupo 1). O único ponto de coleta que se difere de todos os demais é o ponto Próximo da Barragem (Grupo 4).

Case 1 = Lobo, Case 2 = Itaqueri, Case 3 = Geraldo, Case 4 = Perdizes, Case 5 = Estiva, Case 6 = Vila Pinhal, Case 7 = Mina, Case 8 = Próx. Barragem.

Figura 45. Cluster dos escores da PCA para os pontos de amostragem ($cf = 0,8611$).

6.6. MACRÓFITAS AQUÁTICAS

Nas estações de amostragem, ao longo do reservatório do Lobo, foram identificadas 69 espécies, pertencendo a 42 gêneros e 26 famílias (Ver fotos das espécies no Anexo 2). As famílias com maior representatividade foram: Cyperaceae - 13 espécies; Poaceae (Gramineae) – 11 espécies; Araceae – 4 espécies; Onagraceae – 4 espécies; Pontederiaceae – 4 espécies e Xyridaceae – 4 espécies. Em relação aos gêneros, os que apresentaram o maior número de espécies foram: *Cyperus* (4), *Eleocharis* (4), *Ludwigia* (4), *Rhynchospora* (4) e *Xyris* (4).

Todas as espécies identificadas, as estações de coleta nas quais foram encontradas e os hábitos de cada uma estão apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10. Família, espécie e hábito das macrófitas aquáticas encontradas nas estações de coleta ao longo do reservatório do Lobo.

Família	Gênero e espécies	*Hábito	* Estações de coleta
ANGIOSPERMAE			
Alismataceae	<i>Echinodorus tenellus</i> (Mart.) Buch.	E	1
Apiaceae (Umbelliferae)	<i>Hydrocotyle</i> c.f. <i>ranunculoides</i> L.f. <i>Hydrocotyle umbellata</i>	A ou E A ou E	1,2,5 4,5,6,8
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> L. <i>Urosphata sagittifolia</i> (Rudge) Schott <i>Xanthosoma striatipes</i> (Kunth & Bouché) Mad. <i>Xanthosoma</i> sp	FL E A A	1,2,3,4,5 6 6 6
Asteraceae	<i>Eupatorium ballotaefolium</i> Kunth <i>Eupatorium</i> sp	A A	1 1
Compositae	<i>Baccharis Trimeria</i> (Less.)DC. <i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	A A	1 1
Cyperaceae	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk. <i>Cyperus difformis</i> L. <i>Cyperus distans</i> L. f. <i>Cyperus</i> sp <i>Eleocharis capillaceae</i> <i>Eleocharis equisetoides</i> <i>Eleocharis obtusetrigona</i> <i>Eleocharis</i> sp <i>Fuirena incompleta</i> Ness <i>Rhynchospora aurea</i> <i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britt. <i>Rhynchospora</i> sp 1 <i>Rhynchospora</i> sp 2	A A A A E E E E A A ou E A ou E A ou E A ou E	8 1,7 1 1,4 1,2,4,5 1 1,2,4,5,6,8 1,3,4,5,6,8 1 1 1 8 1,7,8
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon</i> sp <i>Syngonanthus</i> sp 1 <i>Syngonanthus</i> sp 2	E E E	1,4 1,6 1,4
Gentianaceae	<i>Irlbachia alata</i> (Aubl.) Maas	A	4
Haloragaceae	<i>Myriophyllum</i> sp	E	4,5
Hydrocharitaceae	<i>Egeria</i> sp	SF	4

Lamiaceae	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	A	5,8
Lemnaceae	<i>Wolffia brasiliensis</i> Wedd.	FL	2
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i> L.	SL ou Ep	1,2
PTERIDOPHYTA			
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium</i> sp	A	6
Mayacaceae	<i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl.	SF	1,2,4,5,6
Melastomataceae	<i>Rhynchanthera grandiflora</i> (Aubl.) DC.	A	1
	<i>Rhynchanthera novemnervia</i> DC.	E	1,8
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	FF	1,2,3,4,5,6,7,8
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	FF	2,3
Onagraceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	A ou E	1,2,4,5,6,7,8
	<i>Ludwigia</i> sp 1	A	1,2,7,8
	<i>Ludwigia</i> sp 2	A	1
	<i>Ludwigia torulosa</i>	A	1
Orchidaceae	<i>Habenaria repens</i> Nutt.	FF	1
	<i>Habenaria</i> sp	FF	1
Poaceae (Gramineae)	<i>Acroceras zizanioides</i> (H.B.K.) Dandy	A ou E	1,2,8
	<i>Andropogon bicornis</i> L.	A ou E	4
	<i>Brachiaria</i> sp	A	1,2,3,4,5,6,7,8
	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	A	1,7
	<i>Graminea</i> sp 1	A	1,2,3,4,5,6,7,8
	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	A ou E	1,7
	<i>Panicum pernambucense</i> (Spreng.) Mez	E	1,2,3,5,8
	<i>Panicum</i> cf. <i>repens</i>	E	4,8
	<i>Panicum</i> sp	E	1,2,4
	<i>Paspalidium paludivagum</i> (Hitchc. & Chase) Parodi	E	7,8
	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	A ou E	1,2,4
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	FL	2,3
	<i>Pontederia cordata</i> L.	E	1
	<i>Pontederia parviflora</i> Alexander	E	1,2,3,7
	<i>Pontederia</i> sp	E	1,3,5,6
Rubiaceae	<i>Oldenlandia salzmanii</i>	A	1,2,4,5,6,8
Salvinaceae	<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	FL	1,2,3,4,5,6,7
	<i>Salvinia biloba</i> Raddi emend. De la Sota	FL	1,2,3,4,5,6,7
Scrophulariaceae	<i>Bacopa salzmanii</i> (Benth.) Wettst. Ex Edwall	E	1,2,4,5,6
	<i>Bacopa</i> sp	E	4,5
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp 1	E	1,4,6
	<i>Xyris</i> sp 2	E	6
	<i>Xyris</i> sp 3	E	1,2,4,5,7
	<i>Xyris</i> sp 4	E	1,2,4,6,8

***Hábito:** A - anfíbia, E - emergente, A ou E - anfíbia ou emergente, FF - flutuante fixa, FL - flutuante livre, SF - submersa fixa, SL ou EP - submersa livre ou epífita.

***Estações de coleta:** 1 - Lobo, 2 - Itaqueri, 3 - Geraldo, 4 - Perdizes, 5 - Estiva, 6 - Vila Pinhal, 7 - Mina, 8 - Próximo da Barragem.

Considerando todos os pontos de coleta, o tipo ecológico de maior ocorrência no reservatório foram as espécies emergentes e anfíbias, e as de menor ocorrência foram as macrófitas submersas livres ou epífitas, conforme pode ser observado na Figura 46.

*Legenda: A - anfíbia, E - emergente, A ou E - anfíbia ou emergente, FF - flutuante fixa, FL - flutuante livre, SF - submersa fixa, SL ou EP - submersa livre ou epífita.

Figura 46. Porcentagem de ocorrência entre os tipos ecológicos encontrados no reservatório.

Já a ocorrência dos tipos ecológicos, em cada ponto de amostragem, podem ser observados nas figuras de 47 a 55.

Figura 47. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Lobo.

Figura 48. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Itaqueri.

Figura 49. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Geraldo.

Figura 50. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Perdizes.

Figura 51. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Estiva.

Figura 52. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Vila Pinhal.

Figura 53. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Mina.

Figura 54. Tipos ecológicos ocorridos no ponto Próximo. da Barragem.

6.6.1. Riqueza de espécies

Considerando todos os períodos de coleta, as estações de amostragem que apresentaram a maior riqueza de espécies foram Lobo (49), Perdizes (28) e Itaqueri (25), enquanto as estações Geraldo (11) e Mina (14) foram as que apresentaram as menores riquezas de espécies (Figura 47).

Figura 55. Riqueza de espécies encontradas ao longo das estações de amostragem no reservatório do Lobo, no período de estudo.

6.6.2. Frequência de ocorrência

Os gêneros com maior distribuição no reservatório foram: *Hydrocotyle*, *Pistia*, *Eleocharis*, *Mayaca*, *Nymphoides*, *Ludwigia*, *Brachiaria*, *Panicum*, *Oldenlandia*, *Salvinia*, *Bacopa* e *Xyris*, além de uma espécie de gramínea não identificada. Os de distribuição mais restrita foram *Echinodorus*, *Urosphata*, *Xanthosoma*, *Eupatorium*, *Baccharis*, *Cyperus*, *Rynchospora*, *Irlbachia*, *Egeria*, *Wolfia*, *Lycopodium*, *Rhynchantera*, *Habenaria* e *Andropogon*, conforme apresentado na Tabela 11. No total de espécies coletadas, 34 foram consideradas raras, 28 comuns e 7 constantes em relação à frequência de ocorrência.

Tabela 11. Classificação das espécies, em ordem alfabética, encontradas e a frequência de ocorrência.

Espécies	Frequência de ocorrência	Classificação
<i>Acroceras</i> sp	22%	comuns
<i>Andropogon bicornis</i> L.	6%	raras
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	13%	comuns
<i>Bacopa salzmännii</i> (Benth.) Wettst. Ex Edwall	44%	comuns
<i>Bacopa</i> sp	22%	comuns
<i>Brachiaria</i> sp	100%	constantes
<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	3%	raras
<i>Cyperus difformis</i> L.	6%	raras
<i>Cyperus distans</i> L. f.	3%	raras
<i>Cyperus</i> sp	6%	raras
<i>Echinodorus tenellus</i> (Mart.) Buch.	3%	raras
<i>Egeria</i> sp	3%	raras
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	6%	raras
<i>Eleocharis capillacea</i>	25%	comuns
<i>Eleocharis equisetoides</i>	6%	raras
<i>Eleocharis obtusetrigona</i>	19%	comuns
<i>Eleocharis</i> sp	63%	constantes
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	9%	raras
<i>Eriocaulon</i> sp	6%	raras
<i>Eupatorium ballotaefolium</i> Kunth	3%	raras
<i>Eupatorium</i> sp	3%	raras
<i>Fuirena incompleta</i> Nees	3%	raras
<i>Graminea</i> sp	66%	constantes
<i>Habenaria repens</i>	3%	raras
<i>Habenaria</i> sp	3%	raras
<i>Hydrocotyle</i> c.f. <i>ranunculoides</i> L.f.	31%	comuns
<i>Hydrocotyle</i> c.f. <i>umbellata</i>	28%	comuns
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	6%	raras
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	6%	raras
<i>Irlbachia alata</i> (Aubl.) Maas	3%	raras
<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	63%	constantes
<i>Ludwigia</i> sp 1	28%	comuns
<i>Ludwigia</i> sp 2	6%	raras

<i>Ludwigia torulosa</i>	6%	raras
<i>Lycopodium</i> sp	13%	comuns
<i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl.	38%	comuns
<i>Myriophyllum</i> sp	25%	comuns
<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	16%	comuns
<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	100%	constantes
<i>Oldenlandia salzmanii</i>	47%	comuns
<i>Panicum pernambucense</i> (Spreng.) Mez	31%	comuns
<i>Panicum</i> cf. <i>repens</i>	6%	raras
<i>Panicum</i> sp	13%	comuns
<i>Paspalidium paludivagum</i> (Hitchc. & Chase) Parodi	6%	raras
<i>Pistia stratiotes</i> L.	38%	comuns
<i>Pluchea sagittalis</i>	3%	raras
<i>Pontederia cordata</i> L.	3%	raras
<i>Pontederia parviflora</i> Alexander	34%	comuns
<i>Pontederia</i> sp	22%	comuns
<i>Rynchantera grandiflora</i> (Aubl.) DC.	3%	raras
<i>Rynchantera novemnervia</i> DC.	6%	raras
<i>Rynchospora áurea</i>	3%	raras
<i>Rynchospora corimbosa</i> (L.) Britton	9%	raras
<i>Rynchospora</i> sp 1	3%	raras
<i>Rynchospora</i> sp 2	13%	comuns
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	63%	constantes
<i>Salvinia biloba</i> Raddi emend. De la Sota	63%	constantes
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	19%	comuns
<i>Syngonanthus</i> sp 1	9%	raras
<i>Syngonanthus</i> sp 2	9%	raras
<i>Urospatha sagittifolia</i> (Rudge) Schott	13%	comuns
<i>Utricularia gibba</i> L.	13%	comuns
<i>Wolffia brasiliensis</i> Weed.	3%	raras
<i>Xanthosoma striatipes</i> (Kunth & Bouché) Mad.	13%	comuns
<i>Xanthosoma</i> sp	13%	comuns
<i>Xyris</i> sp 1	13%	comuns
<i>Xyris</i> sp 2	3%	raras
<i>Xyris</i> sp 3	31%	comuns
<i>Xyris</i> sp 4	38%	comuns

6.6.3. Índice de similaridade

Os resultados obtidos na análise de similaridade entre os pontos de coleta estão apresentados na Tabela 12, verificando-se que os valores estiveram compreendidos entre 28% (Barragem e Geraldo) e 69% (Estiva e Perdizes). A estação de coleta Itaqueri foi a que apresentou maior similaridade com as demais, incluindo Lobo (59%), Geraldo (56%), Perdizes (60%) e Estiva (65%), sendo que a estação de coleta Próxima a Barragem foi a que apresentou a menor similaridade com as demais (de 28 a 47%).

Tabela 12. Índice de similaridade de Sorensen (1948), relacionado à composição das espécies de macrófitas entre os pontos de coleta, sendo 1 - Lobo, 2 - Itaqueri, 3 - Geraldo, 4 - Perdizes, 5 - Estiva, 6 - Vila Pinhal, 7 - Mina e 8 – Barragem.

Pontos de coleta	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barragem
Lobo	-	59	30	55	49	41	41	36
Itaqueri	59	-	56	60	65	49	46	47
Geraldo	30	56	-	31	50	39	48	28
Perdizes	55	60	31	-	69	54	33	39
Estiva	49	65	50	69	-	59	40	46
V. Pinhal	41	49	39	54	59	-	35	42
Mina	41	46	48	33	40	35	-	44
P. Barragem	36	47	28	39	46	42	44	-

Comparando-se as espécies encontradas na atual pesquisa com as encontradas por Trindade (1980), Soares (1981), Santos (1981) e Menezes (1984), também no reservatório do Lobo (Tabela 13), verificou-se que a grande maioria continua sendo encontrada, porém algumas espécies como *Nymphaea ampla*, *Andropogon virgatus*, *Andropogon bicornis*, *Pistia stratiotes*, *Utricularia gibba*, foram encontradas em menor quantidade e frequência de ocorrência, enquanto outras como *Ludwigia leptocarpa*, *Mayaca fluviatilis*, *Nymphoides indica* e *Pontederia cordata*, continuam sendo encontradas em grande quantidade e frequência de ocorrência, além do aparecimento de outras como *Salvinia biloba* e *Salvinia auriculata*, grande indicadoras de ambientes eutrofizados.

Tabela 13. Comparação das espécies encontradas em trabalhos realizados no reservatório do Lobo anteriormente com as da atual pesquisa.

Autores	Espécies encontradas
Trindade (1980)	<i>Ludwigia</i> sp <i>Mayaca fluviatilis</i> <i>Nymphoides indica</i> <i>Polygonum</i> sp <i>Pontederia cordata</i> e representantes das famílias Scrophulariaceae, Eriocaulaceae, Iridaceae, Cyperaceae e Gramineaceae

Soares (1981)	<i>Nymphoides indica</i> <i>Nymphaea ampla</i> <i>Panicum pernambucensis</i> <i>Pontederia cordata</i>
Santos (1981)	<i>Andropogon virgatus</i> <i>Andropogon bicornis</i> Graminea não identificada indica <i>Mayaca fluviatilis</i> <i>Nymphoides indica</i> <i>Panicum pernambucensis</i> <i>Pontederia cordata</i>
Menezes (1984)	<i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl. <i>Nymphoides indica</i> <i>Nymphaea ampla</i> <i>Panicum rivulare</i> <i>Pistia stratiotes</i> <i>Pontederia cordata</i> <i>Utricularia gibba</i>
Atual pesquisa	<i>Brachiaria</i> sp <i>Eleocharis</i> sp Graminea não identificada <i>Hydrocotyle</i> sp <i>Ludwigia leptocarpa</i> <i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl. <i>Nymphoides indica</i> <i>Panicum pernambucensis</i> <i>Pontederia</i> sp <i>Salvinia biloba</i> <i>Salvinia auriculata</i>

6.6.4. Análise estatística das macrófitas

As análises de variância Multivariada (MANOVA), seguidas dos testes de hipótese sobre os fatores sazonalidade, meses de coleta e pontos de amostragem apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) somente para o fator pontos de amostragem (Anexo 1 – tabela

30 a 32). Esse resultado permitiu a análise de agrupamento (cluster), desconsiderando as variações ocorridas entre os meses de coleta e os grupos sazonais.

Por meio de uma análise de agrupamento (Cluster) das variáveis bióticas sobre a comunidade das macrófitas ficou indicado a formação de três grandes grupos, possuindo um coeficiente de correlação cofenético de 0,8234 (Figura 48). O Grupo 2 foi o maior grupo, formado pelos pontos de coleta Itaqueri, Perdizes, Vila Pinhal e Estiva, seguido pelos Grupos 3 formado pelos pontos Geraldo, Mina e Próximo a barragem, e Grupo 1 formado pelo ponto de coleta Lobo. De todos os pontos de coleta, os que apresentaram maiores similaridades foram os pontos Perdizes com Itaqueri e Geraldo com Mina. Em contrapartida, o ponto de coleta que se difere de todos os demais, sendo o de maior dissimilaridade, é o ponto Lobo.

Case 1 = Lobo, Case 2 = Itaqueri, Case 3 = Geraldo, Case 4 = Perdizes, Case 5 = Estiva, Case 6 = Vila Pinhal, Case 7 = Mina, Case 8 = Próx. Barragem.

Figura 56. Cluster dos escores de PCA para os pontos de amostragem ($C_f = 0,8234$).

7. DISCUSSÃO

7.1. CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RESERVATÓRIO DO LOBO: UMA ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL

A construção de reservatórios promove grandes alterações no regime hidrológico e também na dinâmica ecológica de rios e da bacia hidrográfica, interferindo nos processos químicos, físicos e biológicos em níveis diferenciados (BIANCHINI Jr., 1994), os quais também estão diretamente relacionados aos fatores climáticos inerentes a cada região (RIOS, 1999). Além disso, o novo ambiente formado é caracterizado por um gradiente longitudinal, o qual resulta em três zonas distintas (rio, transição e lacustre), com características limnológicas que diferem entre si. Adicionalmente, o sistema também é influenciado pelos mecanismos de operação da barragem, com vazão e tempo de residência diferenciados, o que implica na constante reorganização espacial e temporal do sistema.

O reservatório do Lobo, de forma similar aos demais sistemas construídos para atender a demanda energética do país, além de outras finalidades (incluindo turismo, produção pesqueira e lazer), também está sob a influência climatológica e hidrológica da região onde está inserido, com efeito acentuado da precipitação no verão e do vento, durante o período de inverno (TUNDISI, 1977). Na atual pesquisa, os maiores valores de precipitação, vazão, radiação solar e velocidade do vento ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro e de outubro a dezembro e os menores, de março a setembro, similar aos anos anteriores, exceto em julho, no qual o volume de chuvas foi de 161,4 mm, influenciando, entre outros, na concentração elevada de material em suspensão encontrada no reservatório.

As altas precipitações ocorridas no final do mês de fevereiro também contribuíram com a entrada de material em suspensão total nos pontos Lobo e Itaqueri. O volume de precipitação no final do mês de outubro e início do mês de novembro (dias consecutivos de precipitação antes da coleta) e a alta velocidade do vento neste mesmo mês (máxima

registrada em 2007) contribuíram para a desestratificação da coluna d'água, aumentando a turbidez. Esse fato explica as altas concentrações de material em suspensão total registradas em novembro e a redução da transparência da água nos pontos Lobo e Vila Pinhal.

Segundo Tundisi (1977), o vento é uma das principais funções de força do ciclo estacional no reservatório do Lobo, chegando até 8 m/s. Neste trabalho, as maiores velocidades do vento ocorreram nos meses de setembro e novembro, não atingindo, no entanto, 5 m/s. Soares (1981), ao estudar o reservatório do Lobo, observou que as maiores velocidades de vento ocorreram no verão, indicando um padrão sazonal menos definido na região, uma vez que se espera que a ação do vento seja mais intensa no período seco, conforme relatado em estudos anteriores.

A ação do vento é um dos principais fatores que afetam a colonização por plantas aquáticas, devido à desestabilização do sedimento provocada por ondas na coluna d'água. Mortimer (1942) *apud* Moraes (1978) cita que a movimentação da água produzida pelo vento, juntamente com a turbulência são os principais agentes transportadores de calor e substâncias dissolvidas para a coluna d'água. Os ventos mais fortes podem contribuir com o aumento de nutrientes pelo aporte de resíduos sólidos como areia e restos vegetais da região terrestre de entorno, aumentando o potencial de nutrientes do meio aquático.

Em relação aos valores de vazão, os mais elevados ocorreram no período caracterizado como cheia. Dentre os períodos de coleta, o mês de novembro foi o que apresentou a maior vazão e consequentemente o menor tempo de residência; no mês de maio foram registrados a menor vazão e o maior tempo de residência. Tal fato decorre do processo operacional da barragem, tendo como objetivo o armazenamento da água no reservatório ou liberação da mesma para geração de energia elétrica em períodos diferenciados do ano. No entanto, as alterações no volume de água do reservatório ocasionam modificações na estruturação das comunidades.

Quanto ao tempo de residência da água, a maioria dos trabalhos realizados nesse reservatório leva em consideração o tempo médio de retenção da água calculado por Calijuri (1985), que é de 20 dias. Porém, os valores encontrados na atual pesquisa diferem daqueles calculados pela referida autora, estando bem acima da média, mas próximos aos estabelecidos por Rietzler (1990), que obteve um tempo de residência máximo de 84 dias, em setembro e mínimo de 58 dias, entre julho/agosto de 1989. Essa variável também está relacionada com o fluxo de água dos afluentes e nível de saída da água, além dos ciclos hidrológicamente dominantes, propiciando modificações na altura do nível do reservatório (TUNDISI, 1988) e, consequentemente, na biota, como verificado por Thomaz (2005), no reservatório de Itaipu.

Segundo o autor, as macrófitas submersas, em função da alteração do nível da água, sofreram perda de biomassa, enquanto as principais flutuantes livres não foram afetadas em sua frequência de ocorrência; porém, houve crescimento maciço de algumas espécies logo após o retorno do nível de água. Pompêo et al. (1997), também verificaram resposta semelhante na represa de Jurumirim (SP).

Em relação às variáveis limnológicas estudadas nessa pesquisa, procurou-se avaliar e discutir os resultados somente em relação à sazonalidade das mesmas, visto que foi esta o único parâmetro a apresentar diferença significativa na análise de variância multivariada (MANOVA). Ou seja, não foram observadas diferenças significativas na escala espacial, embora os rios Itaqueri e Lobo sejam diferentes entre si e caracterizados por contribuições diferenciadas de nutrientes e materiais suspensos, entre outros, em virtude dos usos também diferenciados da bacia hidrográfica de cada um.

No compartimento água, a maioria dos pontos de coleta apresentou um padrão de temperaturas mais elevadas nos períodos de cheia e transição (março e novembro), atingindo valores acima de 30°C nos pontos Perdizes, Vila Pinhal, Mina e Próximo da Barragem, estando dentro de uma faixa de valores obtida por outros autores nesse reservatório, como Barbieri (1984), Menezes (1984), D'arienzo (1989) e Argenton (2004). Na pesquisa de Souza (1993), no entanto, as temperaturas não ultrapassaram 19°C no inverno e 26°C no verão.

Esteves (1988) cita que devido à maioria dos lagos e reservatórios tropicais ser bastante raso, como é o caso do reservatório do Lobo, é comum ser observado na região litorânea uma densa colonização de macrófitas aquáticas, as quais amenizam a ação do vento, promovendo pouca circulação da massa d'água e conseqüente estratificação e armazenamento de calor na coluna d'água, podendo chegar a 6°C de diferença entre as camadas superficiais. Uma vez que as coletas foram efetuadas em áreas próximas às margens, com presença de macrófitas aquáticas e não em áreas abertas, os resultados podem indicar o efeito da presença das mesmas na temperatura da água.

Em relação aos valores de pH, estes apresentaram distribuições espacial e temporal bem definidas, sendo mais elevados na maioria dos pontos de coleta em novembro, principalmente no ponto Próximo da Barragem. Os menores valores de pH ocorreram no ponto de coleta Lobo, em agosto e no Itaqueri, em março e novembro, caracterizando o aporte de águas mais ácidas ao sistema. Os valores de pH obtidos estão abaixo dos encontrados por Tundisi (1977), que registrou valores entre 5,4 (no período de cheia) e 6,1 (no período de seca). Soares (1981), analisando cinco pontos de coleta dentro do reservatório, também

registrou valores mais altos de pH em relação à atual pesquisa, no ponto Próximo a Barragem no mês de abril (7,0). Já o valor médio encontrado na área alagada no mês de outubro (4,7) esteve próximo do encontrado para essa mesma área, no mês de novembro, no presente estudo. Outros autores, no entanto, registraram valores de pH mais ácidos (4,1 no Lobo e 4,4 no Itaqueri), como Carvalho (2002), ao estudar a composição e densidade do fitoplâncton no reservatório do Lobo. O mesmo foi observado em relação aos resultados encontrados por Argenton (2004), que registrou um valor mínimo de 3,8 (no ponto Geraldo) em outubro de 2002 e máximo de 7,7 (no ponto ribeirão do Lobo) em julho de 2002.

A maioria dos valores de pH obtidos neste trabalho encontra-se fora do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, que estabelece valores de pH entre 6,0 e 9,0 para corpos d'água do tipo Classe 2, que é o caso das águas que compõem o reservatório em estudo. Segundo Tundisi (1977), os baixos valores de pH estão relacionados à formação geológica da região, a qual é constituída por solos ácidos. No entanto, acredita-se que outros fatores como a expansão das atividades agropastoris e mineradora também podem estar contribuindo de forma direta e indireta para a redução do pH.

De um modo geral, as concentrações de oxigênio dissolvido no ecossistema aquático aumentam com a diminuição da temperatura e aumento da pressão, ou também podem apresentar baixas concentrações na presença de decomposição de matéria orgânica (ESTEVES, 1988). Os resultados obtidos nessa pesquisa estiveram relacionados com a temperatura e também com a presença de matéria orgânica em decomposição. As menores concentrações foram registradas nos pontos localizados na cabeceira do reservatório (Lobo e Itaqueri), os quais estão inseridos em uma região de área alagada, onde há a maior ocorrência de macrófitas aquáticas do reservatório, resultando em maior acúmulo de matéria orgânica. Assim, durante o processo de decomposição da mesma, reduz-se consideravelmente a concentração de oxigênio dissolvido, sendo que os valores mais elevados foram observados nos períodos de cheia (março) e transição de seca (maio).

Esse fato também foi confirmado por Gerber et al., (1979) *apud* Cancian (2007), Beyruth (1992) e Esteves (1998), que citam que no reservatório do Lobo, por ser este um ecossistema aquático raso, as maiores amplitudes de variação de oxigênio dissolvido ocorrem nas camadas superficiais da coluna d'água, principalmente em períodos de cheia, e esse fato ocorre devido ao aporte de grande quantidade de matéria orgânica, provocando um decréscimo nas concentrações de oxigênio dissolvido. Outros fatores responsáveis pelas baixas concentrações de oxigênio dissolvido encontradas nesses dois pontos (Itaqueri e Lobo) são o despejo do esgoto da cidade de Itirapina, que atinge uma parte dessa área alagada

através do rio Itaqueri e a entrada de nutrientes fosfatados devido às fezes de animais e aos resíduos de agricultura provindos do tributário Lobo.

Os valores de oxigênio dissolvido no reservatório do Lobo, obtidos na presente pesquisa, apresentaram-se próximos aos observados por Soares (1981), que registrou concentrações médias entre $6,67 \text{ mg.L}^{-1}$ e $8,43 \text{ mg.L}^{-1}$. Já o valor máximo, encontrado nessa pesquisa, apresentou-se maior e o valor mínimo menor, quando comparados com os de Carvalho (2002), que registrou valor máximo de $9,8 \text{ mg.L}^{-1}$ entre agosto e setembro de 1999, no ponto à jusante do reservatório e mínimo de $3,8 \text{ mg.L}^{-1}$ em dezembro do mesmo ano, no ponto Itaqueri. Valores semelhantes aos do presente estudo também foram obtidos por Argenton (2004).

Os valores de oxigênio dissolvido encontrados nesse trabalho encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/07 para águas de Classe 2 ($5 \text{ mgO}_2.\text{L}^{-1}$), com exceção dos registrados nos pontos Itaqueri e Lobo, nos períodos de cheia e transição (março e novembro), como já citado anteriormente.

Quanto à condutividade elétrica, não houve um padrão temporal bem definido, ocorrendo os maiores valores no ponto Itaqueri, em todos os períodos, com maior valor no mês de novembro, o que pode ter ocorrido devido à concentração elevada de nutrientes e matéria orgânica no sistema, elevadas, entre outros motivos, pela descarga de efluente urbano da cidade de Itirapina/SP. Segundo Tundisi (1977), os altos valores de condutividade no verão ocorrem devido ao grande volume de precipitação; já no inverno, devido à maior decomposição, principalmente pela contribuição por parte das macrófitas.

Os valores de condutividade do período de seca foram mais altos do que os encontrados por Menezes (1984), para o mesmo reservatório, que registrou valor máximo de $4,5 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$ na seca e $14,0 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$ no período de cheia. Alves (1993), em estudo realizado na Lagoa Dourada (SP), em área próxima ao reservatório do Lobo, registrou valores ainda mais baixos de condutividade, quando comparados aos da atual pesquisa, sendo o valor máximo de $8,9 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$ em outubro e o mínimo de $2,4 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$, em janeiro. Esses valores, provavelmente, ocorrem pelo fato do reservatório ser de pequeno porte e de conter muitas macrófitas que entram em freqüente decomposição. Porém, os valores foram bem mais baixos se comparados com os resultados obtidos por Barroso (2000), que registrou no reservatório Duas Bocas (Reserva Biológica de Duas Bocas -ES) valores médios de $35,6 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$ no período de seca e $36,7 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$ no período de cheia, caracterizando o reservatório do Lobo como um sistema ainda menos impactado.

Quanto à transparência da água, apenas os pontos Lobo e Vila Pinhal, no período de transição de cheia (novembro), não apresentaram transparência total. Isso ocorreu, provavelmente devido, à velocidade do vento nesse mês e à entrada de grande quantidade de material em suspensão orgânico e inorgânico, provindos dos tributários e do solo de entorno e trazidos pela precipitação, além da matéria orgânica representada pelo fitoplâncton e macrófitas aquáticas em decomposição.

Uma síntese dos resultados obtidos pode ser verificada na Tabela 13, na qual se verifica as alterações dos valores de pH, oxigênio dissolvido e condutividade ocorridas durante os últimos 14 anos, demonstrando principalmente a redução de pH.

Tabela 14. Relação de valores (máximos e mínimos) de variáveis físicas e químicas obtidas em estudos no reservatório do Lobo desde a década de 1980 até a atual pesquisa (2008).

Autores/ Variáveis	Temp. água (°C)	pH	Oxig. dissolv. (mg.L⁻¹)	Condutividade (µS.cm⁻¹)
Barbieri (1984)	21,6 – 30,0	6,2 – 7,5	-	5,5 – 9,0
Oishi (1990)	18,4 – 27,0	5,1 – 7,8	7,4 – 8,6	8,0 – 14,0
Souza (1993)	17,0 – 29,5	5,0 – 7,0	6,0 – 12,0	6,0 – 22,5
Rodrigues (1997)	20,6 - 22,8	5,9 - 7,8	7,8 - 9,4	4,0 – 9,0
Queiroz (2000)	16,3 – 26,7	5,1 – 7,9	6,1 - 12,2	1,0 – 9,0
Argenton (2004)	14,5 – 28,0	3,8 – 7,7	3,0 – 10,3	4,0 – 24,0
Delello (2008)	18,1 – 32,5	3,5 – 6,8	1,9 – 10,6	1,0 – 15,0

Quanto aos nutrientes disponíveis no compartimento água, estes são considerados fatores importantes para a composição da comunidade de macrófitas aquáticas, pois estimulam o desenvolvimento de espécies flutuantes livres e provocam a redução de espécies submersas (THOMAZ & BINI, 1998).

O nitrogênio, juntamente com o fósforo, é um dos componentes mais importantes no metabolismo do ecossistema aquático, devido a sua participação na formação das proteínas que compõem a biomassa, sendo a precipitação, os materiais orgânico e inorgânico e a fixação de nitrogênio molecular, dentro do próprio lago, suas principais fontes naturais, além dos efluentes domésticos, industriais e agrícolas (ESTEVES, 1988; WETZEL, 1993).

No reservatório do Lobo, as maiores concentrações de nitrogênio orgânico total foram encontradas na maioria dos pontos, no período de transição de cheia (novembro), principalmente nos pontos Itaqueri e Lobo, provavelmente devido à entrada de seus respectivos tributários. Já no período de seca (agosto) os pontos Vila Pinhal e Itaqueri apresentaram as maiores concentrações, podendo este fato estar relacionado ao aporte de esgoto doméstico do condomínio Vila Pinhal e das casas de veraneio próximas, além dos

resíduos deixados por pescadores amadores, que utilizam a região próxima do ponto Geraldo como local de pesca. As concentrações desse nutriente foram bem elevadas quando comparadas aos resultados observados por Moraes (1978), que registrou valores bem menores de nitrogênio orgânico total no reservatório. Barbieri (1984), no entanto, registrou concentrações bem mais altas na região das macrófitas, sendo a média de $858,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ e metade da concentração na região pelágica, com uma média de $409,5 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Os valores máximos apresentaram-se bem abaixo do observado por Alves (1993) na Lagoa Dourada, com concentração máxima de $14,8 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação II em dezembro e mínima de $0,031 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação VI em agosto. O mesmo ocorreu em trabalho realizado por Santos (2003), que registrou valores bem mais altos no reservatório, com a concentração máxima de $3,2 \text{ mg.L}^{-1}$ em junho/2000 e mínima de $0,4 \text{ mg.L}^{-1}$ em outubro/99. Já Argenton (2004) observou concentração máxima de nitrogênio no ponto Itaqueri ($1,77 \text{ mg.L}^{-1}$) no período de transição de cheia (dezembro) e mínima no ponto Geraldo ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) no período de cheia (março), de forma semelhante ao obtido no presente estudo.

Dentre as formas nitrogenadas, o íon amônio foi o que apresentou as maiores concentrações, sendo mais elevadas em março, principalmente no ponto Mina. Já nitrito foi a forma que apresentou as menores concentrações, mostrando valores mais altos em novembro, nos pontos Itaqueri e Lobo. As concentrações do íon amônio apresentaram-se altas se comparadas com valores encontrados por Camargo (1984), que registrou concentrações máxima de $53,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ em maio/80 e mínima de $2,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ em junho/1980 em áreas colonizada por macrófitas. Porém, esse autor obteve uma concentração máxima de $210,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ em março/1981, que ultrapassa os valores encontrados nesse mesmo mês na atual pesquisa. O mesmo foi observado por Argenton (2004), que registrou concentração máxima de $109,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto Itaqueri em julho/2002 e mínima de $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto próximo da Mina em fevereiro/2002.

Quanto ao nitrito, Moraes (1978) observou concentrações quase não detectáveis dessa forma nitrogenada em todo o reservatório em 1974 e 1975, concluindo que esse fato ocorria devido ao alto teor de oxigênio dissolvido. Os valores obtidos no presente estudo apresentaram-se altos se comparados com os observados por Barbieri (1984) que registrou concentrações que variaram de $1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ à não detectável. Barroso (2000) não encontrou valores detectáveis de superfície no reservatório Duas Bocas (ES), sendo a concentração máxima de $0,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ e mínima de $0,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período de seca e máxima de $1,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ e mínima de $0,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período de cheia. Santos (2003) registrou, no reservatório do Lobo, concentrações entre $1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ (outubro/99 e abril/00) e $2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ (junho/00). As

concentrações obtidas no presente estudo também estão elevadas quando comparadas com as de Argenton (2004), que registrou concentrações médias entre 1,3 e 1,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Porém, essa última autora observou valores mais altos do que os encontrados no presente estudo no ponto Itaqueri (19,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) em agosto/2002. Ao compararmos os resultados obtidos no reservatório do Lobo com aqueles realizados em reservatórios maiores, verifica-se que as concentrações de nitrito são bem inferiores às encontradas, por exemplo, por Rodgher (2001), em Barra Bonita, que registrou valor médio de 83,12 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Esse fato se deve à uma entrada menor de nutrientes e materiais alóctones nos córregos que deságuam no reservatório do Lobo, pois os mesmos passam por regiões menos urbanizadas e com ausência de grandes indústrias, em relação aos rios que percorrem as cidades grandes. No entanto, tais resultados, se comparados com os de outros trabalhos realizados anteriormente no reservatório, mostram que está ocorrendo um aumento crescente da concentração desse nutriente.

Já as concentrações de nitrato, que variaram de 4,7 a 90,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$, apresentaram-se crescentes no decorrer dos períodos de coleta, sendo o ponto Geraldo o que apresentou as maiores concentrações em todos os períodos, com destaque para o período de seca (agosto) e o ponto Lobo, também no mesmo período. Os valores encontrados são bem mais elevados se comparados com os encontrados por Menezes (1984), que registrou valores entre não detectável e 6,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no período de cheia (fevereiro) e de não detectável a 1,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no período de seca (maio). Também se apresentaram altos em relação às concentrações observadas por Santos (2003), que registrou no reservatório valores máximo de 64,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e mínimo de 7,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

No entanto, os valores passam a ser considerados baixos quando comparados com os obtidos no trabalho realizado por Argenton (2004), que observou valor máximo de 569,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto Itaqueri e mínimo de 3,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto próximo a Mina, ambos no período de seca (agosto). Cavenaghi (2003) também observou, no reservatório de Barra Bonita, valores bem acima dos encontrados na atual pesquisa, registrando concentrações máxima de 25,25 mg.L^{-1} e mínima de 0,12 mg.L^{-1} .

Na Tabela 14 são apresentadas as concentrações de nitrogênio total e das fases nitrogenadas registradas no reservatório do Lobo desde a década de 1970 até dias atuais, verificando-se o crescente aumento desses nutrientes nos últimos 30 anos e demonstrando o resultado dos aportes diferenciados de materiais em função dos usos e ocupação da bacia hidrográfica.

Tabela 15. Valores máximos e mínimos de nitrogênio e das formas nitrogenadas obtidas em estudos no reservatório do Lobo, desde a década de 70 até a atual pesquisa.

↓ Autor Variáveis →	Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Amônio ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Nitrog. org. total (mg.L^{-1})
Moraes (1978)	0,0 – 11,0	-	-	-
Barbieri (1984)	não detec. – 6,1	não detec. – 1,5	4,5 – 10,0	-
Oishi (1990)	1,90 – 60,6	0,5 – 1,3	2,5 – 16,9	-
Souza (1993)	2,5 – 62,0	0,2 – 2,1	5,0 – 38,0	-
Rodrigues (1997)	1,8 – 10,9	0,8 – 1,9	6,7 – 17,7	0,2 – 0,7
Queiroz (2000)	-	-	22,0 – 65,0	-
Santos (2003)	7,3 – 64,9	1,8 – 2,5	1,2 – 16,0	0,4 – 3,2
Argenton (2004)	3,5 – 569,5	0,3 – 19,5	1,0 – 107,3	0,1 – 1,8
Delello (2008)	13,86 – 90,2	1,2 – 6,7	63,9 – 189,1	0,2 – 1,0

Em relação aos compostos fosfatados presentes no ecossistema aquático, este pode ter origem natural como a dissolução de componentes dos solos e a decomposição da matéria orgânica, ou podem ter origem antropogênica, por meio do aporte de efluentes domésticos e industriais, detergentes, fertilizantes agrícolas e dejetos animais. Sua presença aumenta os níveis de fertilidade e crescimento de plantas aquáticas, acelerando, muitas vezes, o processo da eutrofização (ESTEVES, 1988; SPERLING, 1996; SHARPLEY E TUNNEY, 2000 apud DANIEL, 1998). Bini et al. (1999), por exemplo, em estudo realizado em bancos de macrófitas de quatro braços do reservatório de Itaipu, observou que a ocorrência das espécies flutuantes de macrófitas aquáticas está intimamente relacionada com as concentrações altas de fósforo na água.

Em geral as maiores concentrações de fósforo total ocorreram no período de cheia (março), principalmente no ponto Geraldo, o que se justifica, conforme também verificado por Argenton (2004), pelo fato desse córrego atravessar propriedades rurais, carregando consigo material fecal de criação animal e de animais silvestres existentes nessa região, como por exemplo, a capivara. Além disso, essa região é bastante utilizada por pescadores amadores, os quais podem estar contribuindo com o aumento de matéria orgânica em função do descarte de restos de comidas e do uso de iscas para pesca. Já as menores concentrações foram verificadas no período de transição de cheia (novembro), principalmente no ponto Itaqueri, talvez por ter ocorrido, nesse período, alto volume de precipitação, diluindo as concentrações existentes. Mesmo assim, todas as concentrações registradas em todas as coletas e todos os pontos encontraram-se fora dos padrões recomendados pela Resolução

CONAMA 357/05, de 17 de março de 2005, que estabelece um limite de $25 \mu\text{g.L}^{-1}$ de fósforo total para as águas de rios de classe 2.

Os valores obtidos no presente estudo foram elevados (de 21 à $700 \mu\text{g.L}^{-1}$) se comparados com os que Barbieri (1984) registrou na região pelágica da parte baixa da represa (mínima de $8,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ em março/81 e máxima de $22,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ em setembro/80) e na região de área alagada (mínima de $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ e máxima de $151 \mu\text{g.L}^{-1}$). Também foram altos quando comparados com os resultados encontrados por Argenton (2004), que registrou concentrações entre $18,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto Mina, em março) e $163,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto Itaqueri, em dezembro), e por Barroso (2000) no reservatório Duas Bocas (ES), que registrou concentrações entre $37,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $28,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período de seca e entre $23,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $12,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período de cheia.

Quanto ao fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico dissolvido, estes apresentaram as maiores concentrações no ponto Itaqueri, praticamente durante todos os períodos de coleta, sendo que a primeira forma fosfatada aqui citada apresentou pico de concentração máximo durante o período de transição de seca (maio) e a segunda forma fosfatada durante o período de cheia (março). As altas concentrações de fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico dissolvido observadas no ponto Itaqueri são provenientes do efluente da lagoa de estabilização da ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) da cidade de Itirapina-SP, o qual é despejado praticamente *in natura* nas águas do Córrego Água Branca, que por sua vez é despejado no rio Itaqueri, posteriormente desaguando no reservatório do Lobo. Além disso, a quantidade de fosfato natural no sistema aquático depende, também, do conteúdo de fosfato presente nos minerais primários das rochas da bacia de drenagem, sendo este precipitado quando o hipolímnio se encontra em condições aeróbias. Já quando o hipolímnio encontra-se em estado anaeróbio, o fosfato é liberado para a coluna d'água. Sua distribuição na coluna d'água em reservatórios está diretamente relacionada com a concentração de oxigênio e o regime de estratificação térmica, além da quantidade de fitomassa quando da inundação inicial do reservatório, podendo apresentar concentrações maiores do que lagos eutrofizados (ESTEVEZ, 1998).

Esse fato já vem sendo verificado em trabalhos realizados no reservatório nas últimas décadas, como o de Oishi (1990). A autora, avaliando as águas dos córregos que compõem a bacia hidrográfica da represa do Lobo, observou que apenas os córregos Água Branca, Limoeiro e Itaqueri apresentaram-se intensamente impactados, enquanto os demais córregos e a própria represa encontraram-se mais preservados, sendo classificados como oligotróficos.

Quanto ao fosfato inorgânico dissolvido, os valores foram altos quando comparados aos resultados de Barbieri (1984), que registrou na região pelágica concentração máxima de $6,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ em novembro e mínima de $1,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ em março de 1981. Já nas áreas com maior biomassa de macrófitas, o valor máximo obtido foi de $77,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ (em maio de 1980) e mínimo de $0,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ (em fevereiro e abril de 1980). As concentrações também foram elevadas quando comparadas com os resultados obtidos por Santos (2003), que registrou no reservatório valor máximo de $4,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ em outubro/99 e mínimo de $2,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ em abril/00. Argenton (2004) registrou valor máximo mais elevado no ponto referente ao Itaqueri ($60,3 \mu\text{g.L}^{-1}$) e mínimo de $0,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto referente a Mina, valor esse bem abaixo do encontrado atualmente para este ponto.

Verifica-se, no entanto, que as concentrações observadas na atual pesquisa estiveram bem abaixo das encontradas por Zanata (1999), que registrou no reservatório de Salto Grande (Americana/SP) valores máximo de $48,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ e mínimo de $22,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período de cheia, e máxima de $90,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ e mínimo de $6,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período de seca, caracterizando um ambiente bem mais eutrófico do que o reservatório do Lobo.

O fosfato inorgânico dissolvido, também conhecido como ortofosfato, é considerado uma das frações fosfatadas mais importantes por Esteves (1988), visto que é a forma mais assimilada pelos vegetais aquáticos, principalmente em lagos tropicais que, por possuírem alta temperatura, fazem com que o metabolismo dos organismos aumente e o assimilem com maior rapidez, e por isso apresentam-se em baixas concentrações nas análises limnológicas.

Em relação ao fosfato total dissolvido, os valores estiveram bem acima dos encontrados por Calijuri (1985), que registrou no reservatório do Lobo concentração máxima de $3,18 \mu\text{g.L}^{-1}$ e mínima de $0,65 \mu\text{g.L}^{-1}$. Oishi (1990) registrou valores de fosfato total dissolvido bem abaixo do encontrado no atual estudo, variando entre $7,07 \mu\text{g.L}^{-1}$ no inverno e $7,49 \mu\text{g.L}^{-1}$ no verão (na região de cabeceira do reservatório) e entre $6,18 \mu\text{g.L}^{-1}$ no inverno e $7,48 \mu\text{g.L}^{-1}$ no verão, na região mediana do reservatório. Santos (2003) registrou, no mesmo reservatório, valores máximo de $9,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ em abril/00 e mínimo de $5,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ em janeiro/00. O mesmo ocorreu quando comparados os resultados foram aos de Argenton (2004), que obteve concentração máxima de $60,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto referente ao Itaqueri (em junho/02) e mínima de $5,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto próximo da Mina (em julho/02).

Analisando os valores de fosfato total dissolvido registrados nesse estudo, verifica-se que apenas o ponto Itaqueri, em todos os períodos de coleta, e o ponto Lobo, no mês de novembro, encontraram-se acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA

357/05, no qual o valor limite de fósforo total para águas do tipo Classe 2 é de 0,020 mg.L⁻¹ ou 20 µg. L⁻¹.

Em relação ao silicato reativo (variando de 0,7 a 7,5 mg.L⁻¹), as concentrações em geral foram mais elevadas nos meses de maio e novembro em quase todos os pontos, porém com valores maiores no mês de agosto nos pontos Lobo e Geraldo. As concentrações seguiram um padrão crescente da cabeceira do reservatório para a barragem e apresentaram-se altas se comparadas com trabalho de Reis & Barbosa (1993), realizado na Lagoa dos Mares (BH), onde foi observado concentração média de 1,40 mg.L⁻¹. Também apresentaram-se bastante altas quando comparadas com valores encontrados no reservatório do Lobo por Santos (2003), sendo a máxima registrada de 0,69 mg.L⁻¹ em outubro/99 e mínima de 0,60 mg.L⁻¹ em janeiro/00. No entanto, os valores são bastante semelhantes aos obtidos por Argenton (2004), que obteve concentração máxima de 7,12 mg.L⁻¹ no ponto referente ao Córrego do Geraldo (em outubro/02) e mínima de 0,40 mg.L⁻¹ também no Córrego do Geraldo, em agosto/02. Os resultados mostram-se bem menores quando comparados aos de Zanata (1999) no reservatório de Salto Grande (Americana/SP), que registrou valores entre 3,4 e 5,6 mg.L⁻¹ no período de cheia e entre 2,0 e 6,9 mg.L⁻¹ no período de seca.

Na Tabela 15 são apresentados alguns dos resultados obtidos para as formas fosfatadas e silicato reativo no reservatório do Lobo nos últimos 30 anos, verificando-se um aumento significativo do fosfato inorgânico, dissolvido e total, além de silicato reativo.

Tabela 16. Concentrações de formas fosfatadas e silicato reativo registradas durante estudos anteriores realizados no reservatório do Lobo.

↓ Autor Variáveis →	POI (µg.L⁻¹)	PTD (µg.L⁻¹)	PT (µg.L⁻¹)	SiO₂ (mg.L⁻¹)
Moraes (1978)	-	0,6 – 26,1	7,8 – 30,9	0,1 – 3,1
Barbieri (1984)	1,3 – 6,0	1,5 – 6,5	8,5 – 22,0	-
Oishi (1990)	0,41 – 3,46	4,03 – 7,48	-	1,42 – 1,96
Souza (1993)	0,8 – 5,1	1,0 – 12,5	-	0,4 – 6,3
Rodrigues (1997)	2,17 – 4,17	6,41 – 8,25	28,49 – 10,13	-
Queiroz (2000)	-	-	4,71 – 122,69	-
Santos (2003)	2,7 – 4,1	5,8 – 9,6	36,9 – 46,2	0,60 – 0,69
Argenton (2004)	0,7 – 60,3	5,4 – 60,8	18,4 – 163,8	0,40 – 7,12
Delello (2008)	0,39 – 50,47	9,81 – 67,16	21,92 – 746,02	0,70 – 7,51

Quanto ao material em suspensão no reservatório, notou-se que o período de transição de cheia (novembro) foi aquele em que se registraram as maiores concentrações, tanto de material em suspensão total como da fração inorgânica e orgânica, sendo todas registradas no ponto Mina. Isso ocorreu, provavelmente devido, à ocorrência das chuvas que tiveram início no final do mês de outubro, perdurando até um dia antes da coleta, provocando, dessa forma,

a entrada de sedimento e matéria orgânica através dos tributários e do solo de entorno e, também, ocasionando o revolvimento do sedimento e matéria orgânica, tanto deste ponto como dos demais encontrados mais acima. Como o ponto Mina encontra-se em uma área de remanso e próximo de um banco de areia, o material em suspensão dos pontos acima podem ter ficado retidos nessa região.

No período de seca (agosto) o material em suspensão total e a fração orgânica apresentaram concentrações mais elevadas no ponto Geraldo e a fração inorgânica no ponto Vila Pinhal, no período de transição de seca (maio). Isso também pode ser explicado devido a ocorrência de chuvas intensas nos meses de abril, maio e julho (de 157,6 a 161,0mm). Na área de localização do ponto Geraldo existem extensos bancos de *Nymphoides*, *Brachiaria* e *Pontederia* e no ponto Vila Pinhal muitas macrófitas anfíbias e emergentes, o que pode também contribuir para o aumento do material em suspensão na região.

Oishi (1990) observou que as menores concentrações de material em suspensão e biomassa ocorreram no inverno e as maiores no verão, sendo o efluente da cidade de Itirapina e as atividades da mineradora de areia os principais responsáveis pelas alterações nas concentrações de material em suspensão e de nutrientes inorgânicos. Tundisi (1977) e Moraes (1978) citam que era praticamente mínima a entrada de matéria orgânica no reservatório, sendo este fato atribuído ao tipo de vegetação (Cerrado) de entorno do reservatório e à qualidade da água dos tributários.

Os valores das concentrações de material em suspensão obtidos na atual pesquisa são, em geral, semelhantes aos encontrados por Santos (2003) no reservatório do Lobo, o qual mostrou variação de material em suspensão total entre 9,9 mg.L⁻¹ em junho/00 e 2,1 mg.L⁻¹ em abril/00, e observou predominância de material em suspensão orgânico em todos os períodos. Argenton (2004) também registrou maiores valores da fração orgânica em quase todos os pontos, com exceção dos tributários que apresentaram maior contribuição da fração inorgânica, como o rio Itaqueri (38,6 mg.L⁻¹). Os demais valores foram semelhantes entre as duas pesquisas.

Em relação aos valores de clorofila *a*, não houve uma variação espacial bem definida, porém, quanto à variação temporal pode ser observado aumento crescente das concentrações, com valores bem mais elevados, em todos os pontos, no período de transição de cheia (novembro). Esse fato pode estar relacionado com o alto volume de precipitação ocorrido no final do mês de outubro e início de novembro, associado às altas temperaturas, fazendo com que grandes quantidades de nitrogênio e fósforo fossem carregados para dentro do reservatório, aumentando a biomassa de macrófitas aquáticas, acelerando o processo de decomposição da

matéria orgânica e liberando nutrientes para incorporação pelas algas, fato também observado por Rodgher (2001) nos reservatórios em cascata do Médio e Baixo Tietê.

As concentrações de clorofila *a* foram baixas se comparadas com as obtidas em trabalho anterior realizado por Carvalho (2002), que observou variação sazonal com maiores concentrações no período de maior precipitação e temperatura, apresentando máxima de 26,34 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto Perdizes (no período de cheia, em março) e mínima de 0,34 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto Lobo (no período seca, em junho). Quando comparado aos resultados obtidos por Santos (2003), que registrou concentração máxima de 18,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no mês de outubro e mínima de 5,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no mês de abril, também existem diferenças. Argenton (2004) observou maiores concentrações de clorofila *a* nos pontos localizados na porção mediana e baixa do reservatório, sendo a máxima registrada no ponto Mina (62,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$), na época de cheia (fevereiro) e mínima no ponto Geraldo (0,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$), no período de seca (julho). O valor máximo encontrado por esse autor é bastante alto quando comparado com resultados da atual pesquisa, os quais se distribuem entre a cabeceira e região mediana do reservatório, já o valor mínimo se assemelha aos resultados atuais. Comparando os valores de clorofila *a* com aqueles obtidos por Zanata (1999), que registrou concentração máxima de 32,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e mínima de 1,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no reservatório de Salto Grande e por Rodgher (2001), que registrou nos reservatórios em cascata do Médio e Baixo Tietê, valores máximo de 27,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em Bariri Jusante e mínimo de 1,22 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em Barra Bonita Montante, pode-se verificar a diferença das condições tróficas de alguns reservatórios do Estado de São Paulo, indicando os efeitos dos usos diferenciados de cada bacia hidrográfica nas características tróficas do corpo hídrico, como bem mencionado por Goodin *et al* (1993).

Segundo Esteves (1988), o processo de eutrofização representa o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades. Na presente pesquisa, todos os pontos de coleta apresentaram-se mais eutrofizados nos períodos de cheia (março) e transição de cheia (novembro). Nesses dois períodos os pontos Geraldo e Barragem, apresentaram-se eutróficos, podendo esse fato estar relacionado com a maior entrada de nutrientes provenientes das chuvas dos meses e semanas que antecederam as coletas e da maior decomposição de matéria orgânica, sendo estes arrastados da cabeceira do reservatório até a barragem, acumulando-se nessa região. Já no período de seca (agosto), a maioria dos pontos, com exceção do ponto Itaqueri (mesotrófico), apresentou-se como oligotrófico; no período de transição de seca (maio) os pontos Lobo e Geraldo foram classificados como oligotróficos e os demais, mesotróficos. Esse fato pode ter ocorrido devido a grande

quantidade de macrófitas aquáticas existentes nessa região, que podem ter absorvido grandes concentrações dos nutrientes ali existentes. Porém, quando foi obtida a média final do índice de estado trófico dos quatro meses estudados, apenas o ponto Perdizes foi classificado como oligotrófico, enquanto os demais se enquadraram, segundo a classificação de Carlson (1977) modificada por Toledo *et al.* (1983), como mesotróficos.

Souza (1993) classificou a parte superior do reservatório como mesotrófico e a porção inferior como oligotrófica. Esse autor afirmou que não observou, ao longo do tempo, alterações marcantes na qualidade da água dos rios e represa, levando-se em consideração os valores físicos e químicos observados nos trabalhos de outros autores.

Argenton (2004) classificou o reservatório do Lobo como mesotrófico (valor médio de 44,75) e oligotrófico (22,24), mas valores máximos de IET foram obtidos na foz do Itaqueri (64,53 - eutrófico) em dezembro/01 e mínimos no ponto Barragem (33,6 - oligotrófico) em fevereiro/02, demonstrando as diferenças espaciais e sazonais existentes no grau de trofia. Os resultados médios e máximos encontrados por essa autora são menores quando comparados aos obtidos no presente estudo, com exceção do ponto Itaqueri, que apresentou valor máximo mais alto do que o observado atualmente.

Em relação ao compartimento sedimento, este é considerado por Esteves (1988) um dos mais importantes dos ecossistemas aquáticos continentais quanto a ciclagem de matéria e fluxo de energia, sendo considerado o resultado da integração dos processos ocorridos em um ecossistema aquático e onde ocorrem processos químicos, físicos e biológicos que influenciam o metabolismo de todo o sistema. Ainda segundo esse autor, a sedimentação em reservatórios é bastante preocupante devido à diminuição da vida útil do mesmo, sendo que seu aporte irá depender da conservação do solo e intensidade do processo erosivo da área de drenagem, morfometria e tempo de retenção.

No presente estudo, as variáveis analisadas para as amostras de sedimento foram discutidas em relação à semelhança entre os pontos de coleta, uma vez que na análise de variância multivariada (MANOVA) foi o único parâmetro entre sazonalidade, meses de coleta e semelhança entre os pontos de amostragem a apresentar diferença significativa, com um coeficiente de correlação cofenético de 0,8611.

O nitrogênio e o fósforo total nesse compartimento foram observados em maiores quantidades nos pontos Lobo e Itaqueri no período de cheia (março) e as menores concentrações no ponto Mina, praticamente em todos os períodos de coleta. As maiores concentrações ocorreram nos períodos citados, possivelmente devido à ocorrência de maiores volumes de precipitação nos meses de fevereiro/março e outubro/novembro, implicando em

maior contribuição de nutrientes pelos dois principais tributários acima citados. Quanto ao ponto Itaqueri, as concentrações de nitrogênio originam-se, ainda, do esgoto recebido pelo tributário que deságua nessa região, enquanto as concentrações obtidas nos pontos Lobo e Estiva se devem aos sedimentos trazidos por seus correspondentes tributários e pela decomposição de material vegetal do próprio reservatório (macrófitas) e da vegetação de entorno.

Zanata (1999) observou valores de nitrogênio, no reservatório de Salto Grande, bem abaixo do registrado na atual pesquisa, sendo que no período de seca a porcentagem máxima foi de 1,5% e a média de 0,77%. No período de cheia os valores variaram entre máxima de 1,0%, média de 0,64% e até concentrações não detectáveis.

Em relação ao fósforo total no sedimento, os pontos Itaqueri e novamente o Lobo apresentaram as maiores concentrações no período de transição de seca (maio). Quando o nível de oxigênio dissolvido da parte inferior da coluna de água encontra-se reduzido, há liberação de nutrientes pelo sedimento, em especial de fósforo e fases fosfatadas. Provavelmente isso explica a ocorrência de concentrações altas de fósforo em todos os pontos estudados no reservatório do Lobo, principalmente no período de cheia (mês de março e novembro), conforme mencionado por Esteves (1988), Santos (1995) e Cavenaghi (2003).

Os valores encontrados para essa variável foram bem reduzidos quando comparados aos resultados encontrados por Zanata (1999), no reservatório de Salto Grande, sendo o valor máximo obtido de 1.597,4 e mínimo de 259,4 $\mu\text{g.g}^{-1}$ no período de seca. Já no período de cheia a autora observou valores máximo de 1.603,2 $\mu\text{g.g}^{-1}$ e mínimo de 250,4 $\mu\text{g.g}^{-1}$.

Segundo Cavenaghi et al., (2005), os teores de fósforo no sedimento aparentemente refletem as características do solo ao redor de cada reservatório, assim como a idade do mesmo. O reservatório do Lobo não tem construção recente e, apesar de estar localizado na APA de Corumbataí, tem recebido o aporte de sedimentos da área de entorno, decorrentes da substituição do Cerrado pelas atividades agropastoris, além do maior número de habitantes, atividades turísticas, pesca e efluente urbano.

As maiores concentrações de matéria orgânica foram localizadas nos pontos Próximo a Barragem e Lobo, no mês de novembro; as menores nos pontos Mina e Perdizes, em todos os meses e Lobo, nos períodos de transição de seca (maio) e seca (agosto). Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Có (1979), que registrou as maiores concentrações nos pontos Lobo e Itaqueri, devido a grande presença de vegetação aquática nessa região.

Os sedimentos dos pontos Próximo a Barragem e Lobo, no período de transição de cheia (novembro), foram considerados, segundo a classificação de Naumann (1930) *apud*

Esteves (1988), como orgânicos, pois apresentaram mais de 10% de matéria orgânica do peso seco em sua composição; e os demais pontos, por apresentarem uma porcentagem menor de 10% de matéria orgânica em seu peso seco, foram considerados como sedimento mineral ou inorgânico.

Segundo Esteves (1988), em lagos tropicais é raro a concentração de matéria orgânica e nutrientes do sedimento representarem o nível de produção do sistema, pois a reciclagem da matéria orgânica ocorre de maneira muito rápida na água, devido a alta temperatura e turbulência, não dando tempo suficiente de se acumularem no sedimento durante períodos longos.

Quanto à composição do sedimento da região litorânea do reservatório, esta mostrou predominância da areia fina e areia média, apresentando nítida mudança na composição do sedimento com o passar dos anos, em relação ao estudo realizado por Strixino (1973), que observou que aproximadamente 2/3 do reservatório era ocupado por sedimento silte-argiloso. Có (1979) observou que a areia fina era predominante no reservatório, passando a silte-argilosa em apenas 1/3 de todo o reservatório, sendo toda a região de margem composta por areia grossa.

Analisando de forma conjunta todos os resultados obtidos na pesquisa, verifica-se que as diferentes áreas amostradas, que representam aportes diferenciados de pequenos e médios tributários do reservatório do Lobo, caracterizam ambientes oligo ou mesotróficos em sua maioria. No entanto, tributários que recebem maior contribuição de efluentes ou estão localizados em áreas de maior intervenção antrópica, classificam-se como eutróficos, como é o caso dos rios Itaqueri e Lobo, sendo mais pronunciado no primeiro.

Espacialmente as diferenças são menos perceptíveis em relação às concentrações de nutrientes, material em suspensão, clorofila *a* e composição do sedimento, indicando, de forma generalista, uma resposta do reduzido tempo de residência da água, com renovação mais rápida da água, bem como a distribuição dos pontos de amostragem em áreas mais litorâneas, além do pequeno porte do sistema. No entanto, diferenças mais acentuadas para muitas variáveis são identificadas na escala sazonal (considerando-se um ano de estudo) ou temporal (em relação aos anos anteriores), indicando alterações na qualidade da água, como a maior concentração de nutrientes nitrogenados, fosfatados e silicato reativo e redução dos valores de pH, entre outros aspectos que caracterizam um ambiente em crescente estado de degradação. Comparativamente a outros reservatórios do Estado de São Paulo, como os pertencentes às bacias dos rios Tietê e Piracicaba, o reservatório do Lobo ainda pode ser considerado como menos impactado, com possibilidade de reversão, caso medidas

emergenciais sejam implementadas, o que inclui, entre outras, a recuperação das matas ciliares da região de entorno dos tributários, o tratamento dos efluentes da cidade de Itirapina e os provenientes das casas de veraneio e do iate clube, e maior controle do fluxo de turistas e pescadores (com uso de materiais adversos ao ambiente), entre outras ações voltadas para a recuperação e manejo de curto, médio e longo prazo.

7.2. COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DO LOBO E SUA RELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO SISTEMA

As regiões litorâneas da maioria dos reservatórios artificiais são colonizadas por macrófitas, as quais desempenham um papel de grande importância no metabolismo de todo ecossistema aquático e terrestre de entorno (ESTEVES & CAMARGO, 1986). A alta produtividade das macrófitas aquáticas nessa região é responsável pela grande diversidade de nichos ecológicos e diversidade de espécies (ESTEVES, 1988).

Por outro lado, sabe-se que a ocorrência de cada tipo ecológico de macrófitas está intimamente relacionada com fatores morfométricos como a topografia da bacia de drenagem e do próprio reservatório, vazão, turbidez, variação do nível da água, tempo de residência, sedimentação, concentração de nutrientes, pH, radiação solar, velocidade do vento e temperatura, resultando em águas com maior ou menor penetração de luz e perda de nutrientes na coluna de água (ESTEVES, 1988; CAMARGO & ESTEVES, 1996; THOMAZ, 2002).

Assim, muitos são os fatores relacionados à composição e distribuição da comunidade de macrófitas em reservatórios. Bini *et al.* (1999), por exemplo, estudando quais fatores ambientais estavam relacionados com a distribuição das macrófitas aquáticas no reservatório de Itaipu, observaram que o pH, a concentração de fósforo do compartimento água e sedimento e a radiação solar foram os fatores de maior importância. Junk & Piedade (1993) e Pompêo (1996) apontam a variação do nível da água como um dos principais fatores de distribuição, alteração de biomassa e composição dos bancos de macrófitas, o que também é mencionado por Tundisi (1985). Rorslett (1991) *apud* Tavares (2003), cita que o tamanho da área é uma das variáveis que mais explica a riqueza de espécies de macrófitas aquáticas, pois possibilita a existência de novos habitats. Esteves (1998) menciona o vento como um dos principais fatores que afeta a colonização por macrófitas, pelo fato das ondas provocarem

desestabilização no sedimento, interferindo no crescimento das mesmas. Esse fato também foi observado por Thomaz *et al.* (2003), nos reservatórios de Rosana e de Itaipu, que mencionam que o comprimento do fetch e o grau de exposição ao vento podem explicar a distribuição das macrófitas em reservatórios. Ferreira (1994) e Riis *et al.* (2000) consideram a composição do substrato e o uso do solo da área de entorno os principais fatores que irão determinar a composição e distribuição das macrófitas.

Porém, as macrófitas aquáticas possuem uma grande capacidade de adaptação em diferentes ambientes, quanto à suas características químicas e físicas, possibilitando que uma mesma espécie colonize diferentes tipos de ambientes, tornando-se, dessa forma, difícil o estabelecimento de uma correlação das características específicas de cada ambiente com as espécies de macrófitas nele existentes (CAVENAGHI, 2003).

No reservatório do Lobo, no presente estudo, foram identificadas 69 espécies em toda a região litorânea, sendo este número bem maior do que o citado por Menezes (1984), que em sua pesquisa catalogou 40 espécies. Temporalmente, não se pode afirmar o quanto houve de aumento da diversidade de espécies existentes no reservatório desde seu enchimento até os dias atuais, visto que o único autor a mencionar a quantidade de espécies observada anteriormente foi Menezes (1984). Esse autor relatou a existência de 40 espécies de macrófitas no reservatório, porém só cita o nome das espécies que apresentavam maiores biomassa e ocorrência. Diante desse fato o que se pode afirmar é que, em relação às determinadas espécies, como *Pistia stratiotes* e *Utricularia gibba*, bastante mencionadas em trabalhos realizados nas décadas de 1980 e 1990, notou-se que houve uma redução tanto em densidade como em frequência de ocorrência. Já para outras, como *Pontederia cordata*, *Nymphoides indica*, *Nymphaea ampla*, *Mayaca fluviatilis*, *Panicum rivulare* (citado no atual estudo como *Panicum pernambucensis*) observou-se que continuam abundantes no reservatório.

Em pesquisa realizada por Trindade (1980) na área alagada do reservatório do Lobo, a autora cita a presença de *Ludwigia* sp, *Polygonum* sp, *Pontederia cordata*, *Mayaca fluviatilis*, *Nymphoides indica* e representantes das famílias Scrophulariaceae, Eriocaulaceae, Iridaceae, Cyperaceae e Gramineaceae. Em trabalho realizado por Soares (1981), o autor verificou que as macrófitas de maior abundância no reservatório eram: *Nymphoides indica*, *Nymphaea ampla*, *Panicum pernambucensis* e *Pontederia cordata*. Santos (1981) cita a presença de *Andropogon virgatus*, *Andropogon bicornis*, *Nymphoides indica*, *Panicum pernambucensis*, *Pontederia cordata*, *Mayaca fluviatilis* e uma espécie de gramínea.

O número de espécies encontradas na atual pesquisa pode ser considerado alto se comparado com os resultados de outros trabalhos realizados em outros reservatórios, como por exemplo, o levantamento feito por Reis & Barbosa (1993), na lagoa dos Mares (BH); local cercado por loteamento balneário e vegetação basicamente de cerrado; onde foram encontradas 14 espécies de macrófitas, sendo 10 delas emergentes enraizadas, embora *Salvinia herzogii* tenha sido a mais abundante. Thomaz *et al.* (1999), em estudo realizado no reservatório de Itaipu binacional, registrou 62 espécies. Tanaka *et al.* (2002), realizando levantamento de macrófitas nos reservatórios de Três Irmãos, Jupia, Ilha Solteira, Porto Primavera, Paraibuna e Jaguari em 1999, identificou 29 espécies de plantas em 17 famílias diferentes. Carvalho (2003), em levantamento feito no reservatório de Barra Bonita, registrou 17 espécies de macrófitas. Tavares (2003), realizando levantamento de macrófitas em doze lagos do Vale do Médio Rio Doce (MG), registrou a ocorrência de 53 espécies, sendo a família Cyperaceae a de maior representatividade. Já em levantamentos realizados nos reservatórios do médio e baixo rio Tietê, a autora registrou 47 espécies, sendo as famílias Cyperaceae e Onagraceae as de maior representatividade. Bini *et al.* (2005), em levantamento da riqueza e da composição de espécies de macrófitas aquáticas no reservatório de Cachoeira Dourada (GO-MG), registraram a presença de 16 espécies.

A tipologia ecológica de maior ocorrência no reservatório do Lobo foram as emergentes (33%) e as anfíbias (27%), estando esse fato relacionado com a declividade da região litorânea e com o tipo de sedimento (areia média e areia fina), que disponibilizam maior estrutura de fixação, além da disponibilidade de nutrientes que ficam retidos na região litorânea do reservatório. Deve-se ressaltar que a presença de espécies enraizadas restritas as zonas litorâneas, podem não ser influenciadas pelo estado trófico do ambiente, uma vez que a mesma retira seus nutrientes do sedimento (BIANCHINI, 2003).

Considerando-se todos os pontos de coleta, as macrófitas de maior frequência de ocorrência ou ditas constantes foram *Brachiaria* sp, *Nymphoides indica*, *Ludwigia leptocarpa*, *Salvinia biloba*, *Salvinia auriculata* e *Eleocharis* sp, além de uma espécie de gramínea não identificada na presente pesquisa.

O gênero *Brachiaria* sp caracteriza plantas anfíbias típicas de margens de mata e áreas alagadas de lagos e reservatórios, em solos argilosos ou siltosos e em arenosos férteis. A espécie *Ludwigia leptocarpa* é uma erva anfíbia, característica de solos úmidos e pantanosos, muito abundante em beira de lagoas com superfície rica em matéria orgânica, enquanto *Eleocharis* sp é uma planta emergente, típica de solo arenoso rico em nutrientes, podendo se

desenvolver tanto em solos úmidos como inundados (LORENZI, 2000; POTT & POTT, 2000).

A espécie *Nymphoides indica* esteve presente em todos os pontos de coleta, formando extensos bancos. Por ser uma macrófita do tipo flutuante enraizada, não dependendo dos nutrientes existentes na água para expandir sua biomassa e sim da concentração existente no sedimento, pode ocorrer em diferentes regiões. Essa macrófita é comum em áreas de mananciais de água parada ou com pouca movimentação, tornando-se infestante e cobrindo grandes extensões da superfície da água quando há um alto nível de poluentes na água (LORENZI, 2000).

As macrófitas *Salvinia biloba* e *Salvinia auriculata* estiveram presentes em quase todos os pontos de coleta, mas apresentaram maior densidade (avaliada somente visualmente) nos pontos Lobo e Itaqueri. Devido sua tipologia ecológica (livre-flutuante) e pelo fato de, segundo Rio (2003), o vento soprar na direção de norte para o sul, ou seja, da barragem para a cabeceira do reservatório, essas espécies se concentram na desembocadura dos rios. Essa espécie de macrófita se desenvolve preferencialmente em ambientes com alta concentração de nitrogênio e fósforo, podendo também apresentar elevada biomassa em ambientes com baixas concentrações de nutrientes, conforme foi observado em estudo realizado por Rubim & Camargo (2001), no Porto Boacica (braço do Rio Preto), em Itanhaém/SP. Conforme Lorenzi (2000), essas espécies são encontradas com frequência em mananciais de água parada ou com pouca movimentação em quase todo o país. São dominantes tanto em lagoas de água pobre em nutrientes quanto em alagados com solos férteis, possuindo capacidade de purificação e oxigenação da água até sua senescência, pois depois desse estágio passa a diminuir a oxigenação da água (POTT & POTT, 2000).

Em termos de maior densidade (considerando avaliação visual), os meses de maio e agosto foram os que apresentaram a maior contribuição das macrófitas. Talvez esse fato esteja relacionado com o menor nível de água no reservatório no período de seca, ficando as macrófitas enraizadas mais aparentes, sendo os pontos Lobo e Itaqueri os que mostraram com maior quantidade de biomassa de macrófitas. Além disso, ambos os pontos estão inseridos em uma região de área alagada mais ampla, funcionando como um filtro na retenção de nutrientes e sedimento e produção de matéria orgânica, propiciando assim um ambiente mais propício para o aumento de biomassa, além da extensão da área em relação aos outros pontos de coleta.

Através da análise de agrupamento (Cluster) das variáveis bióticas sobre a comunidade das macrófitas, pode ser observado que os pontos com maior semelhança entre si, com relação à riqueza de espécies e frequência de ocorrência, foram Itaqueri com Perdizes e

Geraldo com Mina. Os dois primeiros pontos citados apresentaram a maior riqueza de espécies (depois do ponto Lobo) e os dois últimos, a menor.

Quanto à composição e distribuição das espécies, observou-se que o ponto Lobo foi o que apresentou a maior riqueza de espécies, sendo as de maior ocorrência as de tipologia emersas e anfíbias, tais como *Brachiaria* sp, *Baccharis trimera*, *Eleocharis obtusetrigona*, *Eleocharis* sp, *Graminea* sp, *Hydrocotyle* c.f. *ranunculoides*, *Ludwigia leptocarpa*, *Ludwigia* sp1, *Oldenlandia salzmanii*, *Panicum pernambucensis*, *Pontederia parviflora* e *Rynchospora corimbosa*, a flutuante fixa *Nymphoides indica*, a submersa fixa *Mayaca fluviatilis* e as livres-flutuantes *Pistia stratiotes*, *Salvinia biloba* e *Salvinia auriculata*.

O fato de o ponto Lobo apresentar a maior riqueza de espécies se deve, provavelmente, à sua localização em uma área alagada, onde há grande concentração de nutrientes, matéria orgânica e retenção de sedimentos trazidos pelo tributário Ribeirão do Lobo, o qual passa por áreas rurais com criação de gado e agricultura, carregando, em suas águas, resíduos de fezes e agrotóxicos, conforme foi observado por Argenton (2004). Os maiores fatores de influência nesse ponto foram a ação e direção do vento, declive, concentrações de nitrito, nitrato, material em suspensão orgânico, nitrogênio, fósforo, matéria orgânica do sedimento e silicato reativo.

No ponto Itaqueri, as espécies com maior frequência de ocorrência foram as emergentes e anfíbias tais como *Acroceras* sp, *Brachiaria* sp., *Graminea* sp, *Hydrocotyle* c.f. *ranunculoides*, *Ludwigia leptocarpa*, *Ludwigia* sp1, *Panicum pernambucensis*, *Xyris* sp3, *Xyris* sp4, *Pontederia parviflora*, a flutuante fixa *Nymphoides indica* e as flutuantes livres *Pistia stratiotes*, *Salvinia biloba* e *Salvinia auriculata*. Os fatores de maior influência que contribuem com a presença das macrófitas nesse ponto foram a ação e direção do vento, declive, alta concentração de fosfatos total e inorgânico dissolvido na água, nitrogênio orgânico total, nitrogênio e fósforo total do sedimento, além de material em suspensão orgânico. Esse ponto recebe uma grande concentração de nutrientes, em especial o fósforo, proveniente da lagoa de estabilização da ETE da cidade de Itirapina, propiciando um ambiente rico em matéria orgânica e nutrientes.

No ponto Geraldo as macrófitas aquáticas de maior ocorrência foram as emergentes e anfíbias, como *Brachiaria* sp, *Graminea* sp e *Pontederia parviflora*, as flutuantes fixas *Nymphoides indica* e *Nymphaea ampla* e as flutuantes livres *Salvinia biloba* e *Salvinia auriculata*. Esse ponto sofre influência antrópica por parte de pescadores que contribuem com o aumento de nutrientes pelo uso da ceva, além de seu tributário que passa por propriedades rurais com criações animais, favorecendo o aporte de resíduos agrícolas e excretas, além dos

animais silvestres, que contribuem com o aumento de nitrogênio e fósforo por causa das fezes depositadas no local, conforme citado por Argenton (2004). Os principais fatores de influência para esse ponto foram nitrato, amônio, fósforo total, silicato reativo, material em suspensão orgânico e inorgânico e fósforo do sedimento.

No ponto Perdizes as mais representativas foram as emergentes e anfíbias *Bacopa salzmannii*, *Bacopa* sp, *Brachiaria* sp, *Eleocharis* sp, *Myriophyllum* sp, *Schizachyrium condensatum*, *Ludwigia leptocarpa*; a flutuante fixa *Nymphoides indica*; as flutuantes livres *Salvinia biloba* e *Salvinia auriculata* e a submersa fixa *Mayaca fluviatilis*. Esse ponto de coleta foi o único em que foi possível a visualização nítida de “tapetes submersos” de *Mayaca fluviatilis*. Neste local está inserido o condomínio Eco Village, o qual construiu uma barreira separando as águas desse ponto. Os principais fatores que influenciaram a presença das macrófitas foram íon amônio, fósforo total na água e material em suspensão orgânico e inorgânico.

No ponto Estiva as macrófitas aquáticas mais representativas foram as emergentes e anfíbias *Bacopa* sp, *Brachiaria* sp, *Eleocharis* sp, *Myriophyllum* sp e uma espécie de gramínea não identificada, além da flutuante fixa *Nymphoides indica*. Esse ponto apresentou influência do nitrogênio orgânico total da água, nitrogênio total do sedimento e matéria orgânica do sedimento.

Para o ponto Vila Pinhal, as espécies de maior ocorrência foram as emergentes e anfíbias *Bacopa* sp, *Brachiaria* sp, *Eleocharis* sp, *Hydrocotyle* c.f. *umbellatata*, *Lycopodium* sp, *Oldenlandia salzmanii*, *Urospatha sagittifolia*, *Pontederia* sp, *Xanthosoma striatipes*, *Xanthosoma* sp e a flutuante fixa *Nymphoides indica*. Esse ponto sofre influência do condomínio Vila Pinhal, o qual contribui com a entrada de nutrientes para essa região. Os principais fatores de influência foram nitrogênio orgânico total da água, íon amônio, silicato reativo, material em suspensão orgânico, nitrogênio total do sedimento e matéria orgânica.

No ponto Mina as duas únicas espécies de maior ocorrência foram *Brachiaria* sp e *Nymphoides indica*. A existência de poucas espécies nesse ponto se deve à composição granulométrica que é praticamente composta por areia e baixas concentrações de nutrientes. Os fatores de maior influência foram nitrogênio orgânico total da água, amônio, silicato reativo e material em suspensão orgânico.

No ponto Barragem as macrófitas aquáticas com maior representatividade foram as emergentes e anfíbias *Brachiaria* sp, *Eleocharis* sp, *Ludwigia leptocarpa*, *Xyris* sp 4 e a flutuante fixa *Nymphoides indica*, sendo os principais fatores de influência o nitrogênio

orgânico total da água, íon amônio, silicato reativo, material em suspensão orgânico e matéria orgânica.

Verifica-se, a partir dos dados obtidos, que o número de espécies de macrófitas aquáticas no reservatório do Lobo é elevado, em comparação a outros lagos ou reservatórios do Brasil, demonstrando, entre outros aspectos, a heterogeneidade dos tributários que afluem ao reservatório, o efeito do aporte de nutrientes na riqueza e densidade das espécies e a importância de um maior esforço amostral no levantamento de espécies. Observa-se, ainda, que algumas espécies encontram-se amplamente distribuídas no reservatório e outras, de maior incidência, caracterizam locais com maior concentração de nutrientes. Especial atenção deve ser alocada à expansão do gênero *Brachiaria*, notadamente na foz do rio Itaqueri, o que tem contribuído, entre outros aspectos, para uma maior retenção de sedimentos, redução do fluxo de água e ampliação da área alagada, reduzindo a profundidade local e contribuindo para o estabelecimento de plantas de maior porte, principalmente do gênero *Pinus*, os quais estão se distribuindo de forma expressiva na área de entorno do reservatório do Lobo.

8. CONCLUSÕES

- Os resultados das variáveis limnológicas indicaram o crescente aumento das concentrações das formas nitrogenadas e fosfatadas quando comparados aos estudos realizados no reservatório do Lobo (Broa) desde 1977, considerando os compartimentos água e sedimento, além de demonstrarem a ocorrência de valores de pH mais ácidos (geralmente abaixo que 5, indicando a acidificação do sistema) e a redução dos valores de oxigênio dissolvido;
- Em geral, as maiores concentrações de nutrientes nos compartimentos água e sedimento foram obtidas nos rios Itaqueri, Lobo e Geraldo, caracterizando as ações antrópicas desenvolvidas na região, o que inclui a substituição do Cerrado por monoculturas de *Eucaliptus* e *Pinus*, as atividades pastoris e o avanço da monocultura da cana-de-açúcar, bem como os impactos oriundos do turismo, lançamento de esgoto do município de Itirapina, das casas de veraneio e dos clubes localizados na região de entorno, que também contribuem para as modificações nas características limnológicas do reservatório;
- O reservatório, em relação ao Índice de Estado Trófico, foi classificado entre mesotrófico e eutrófico na maioria das estações de coleta nos períodos de cheia e transição e mais oligotrófico no período de seca. Em comparação aos resultados obtidos em estudos anteriores, fica claro o crescente processo de eutrofização no reservatório do Lobo;
- As áreas com maior ocorrência de macrófitas aquáticas (maior densidade, sendo esta estimada visualmente pela área ocupada pelas plantas) foram os pontos de coleta do Lobo e Itaqueri, o que reflete as condições nutricionais existentes (elevados teores de nitrogênio e fósforo), além do maior aporte de sedimento, disponibilizando maior área para colonização. Além disso, a ação do vento promove de forma constante o transporte e

acúmulo de macrófitas flutuantes livres, concentrando-as nas áreas mencionadas, como observado para as espécies *Salvinia biloba* e *Salvinia auriculata*, as quais são normalmente associadas aos locais com maior concentração de nutrientes, sendo indicadoras de regiões poluídas organicamente.

- Os pontos de coleta Lobo e Perdizes foram os que apresentaram a maior riqueza, enquanto no Mina e Geraldo o número de espécies foi menor. No ponto de coleta Perdizes, a riqueza de espécies pode estar associada à concentração de nutrientes na água, com efeito direto da variação do nível de água (maior riqueza foi obtida na fase seca); o que também foi similar ao Lobo; e pela menor turbulência (área mais protegida), possibilitando o estabelecimento de um maior número de espécies, embora em menor densidade.
- Das 69 espécies encontradas (número elevado em comparação aos estudos anteriores), 33% foram do tipo emergente e 27% anfíbias, sendo que as de maior frequência de ocorrência, considerando todos os pontos de coleta analisados foram *Brachiaria* sp, *Nymphoides indica*, *Gramínea* sp, *Ludwigia leptocarpa*, *Salvinia biloba*, *Salvinia auriculata* e *Eleocharis* sp;
- Não foi verificado um padrão sazonal bem definido entre os pontos de coleta em relação à composição e distribuição das macrófitas aquáticas (variação aleatória em relação à riqueza de espécies e período de coleta), registrando-se, no entanto, o efeito do aumento do nível da água do reservatório nos meses de março e novembro na composição e ocorrência das espécies;
- Por meio de uma análise de agrupamento (Cluster), na qual se avaliou o tipo ecológico, riqueza de espécies e frequência de ocorrência sobre a comunidade das macrófitas, verificou-se que os pontos de coleta que apresentaram maior similaridade entre si foram Perdizes com Itaqueri e Geraldo com Mina, enquanto o ribeirão do Lobo se diferiu dos demais;
- Os resultados obtidos em estudos anteriores não permitem concluir sobre as possíveis modificações que ocorreram na composição e distribuição das macrófitas aquáticas no reservatório do Lobo, uma vez que muitos dos autores somente mencionam o total de

espécies registradas, destacando as mais abundantes. Reconhece-se, no entanto, que um maior número de espécies foi obtido (talvez em decorrência do maior esforço amostral) e que algumas espécies normalmente mencionadas (como *Pistia stratiotes* e *Utricularia* sp) continuam sendo encontradas, embora com distribuição mais restrita e em menor densidade (estimada visualmente na área de ocorrência), enquanto outras como *Nymphoides indica*, *Nymphaeae ampla*, *Mayaca fluviatilis*, *Pontederia cordata* e *Panicum rivulare* continuam sendo encontradas em maior densidade (estimada visualmente na área de ocorrência).

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (2005). O Manejo da pesca em reservatórios da bacia do Alto rio Paraná: avaliação e perspectivas. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A.(Org.). **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: RiMa. p.23-55.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; JÚLIO JÚNIOR, H.F. (2003). Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM. Cap.13, p.261-279.
- ALVES, R.G. (1993). **Distribuição de fósforo, nitrogênio e dos íons Ca, Mg, K e Na, em três compartimentos (água, sedimento e macrófita submersa *Mayaca fluviatilis*) da Lagoa Dourada-SP**. 101p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1993.
- ANDERSEN, J.M. (1976). An Ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. **Water Resources**, Berlin, v.10, n.3, p.329-331, May.
- ARBER, A. (1920). **Water plants: a study of aquatic angiosperms**. Cambridge: Cambridge University Press.
- ARGENTON, E.C. (2004). **Limnologia, balneabilidade e impactos ambientais: uma análise temporal e espacial na represa do Lobo (Broa), Itirapina/Brotas – SP**. 146p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1984). **NBR 7181: Análise granulométrica de solos**. Rio de Janeiro.
- AZEVEDO, S.M.F.O. (1982). **Efeitos dos produtos de decomposição de *Nymphoides indica* e *Mayaca sellowiana*, em culturas puras de *Scenedesmus quadricauda* (Chlorophyceae)**. 146p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1982.

BARBIERI, M.C. (1978). **Alguns aspectos da reprodução de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) na Represa do Lobo, Estado de São Paulo.** 97p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1978.

BARBIERI, R. (1984). **Estudo da composição química de algumas espécies de macrófitas aquáticas e suas implicações no metabolismo da represa do Lobo (Broa), SP.** 225p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1984.

BARROSO, A.D. (2000). **Comunidade fitoplanctônica do reservatório Duas Bocas (Reserva Biológica de Duas Bocas) ES: variação vertical e temporal em duas épocas distintas.** 188p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

BEYRUTH, Z. (1989). **Estudo ecológico – sanitário de um lago marginal ao rio Embu-Mirim – Itapeccerica da Serra, São Paulo e ensaio sobre a possibilidade de utilização da macrófita *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms como indicadora de poluição.** 272p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

_____. (1992). Aquatic macrophytes from a marginal pond at Embu-mirim river. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.26, n.4, p.272-282, ago.

BIANCHINI, I.J. (1994). **Estudo da dinâmica de detritos do lago Infernã: modelo cinético da decomposição de *Scirpus cubensis*.** São Carlos: [s.n.]. (Relatório Técnico nº 2 - Proc.FAPESP nº.91/1301-3).

_____. (2003). Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas.** Maringá: EDUEM. p.85-126.

BINI, M.L. et al. (1999). Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v.415, p.147–154, Nov.

_____. (2005). Patterns of the aquatic macrophyte cover in Cachoeira Dourada Reservoir (GO-MG). **Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.65, n.1, fev. p.19-24.

BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. (1977). **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas.** São Paulo: Edgard Blücher; CETESB.

CALIJURI, M.C. (1985). **Curvas de luz-fotossíntese e fatores ecológicos em ecossistema artificial e não estratificado – represa do Broa (Lobo) – São Carlos – SP.** 280p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1985.

_____. (1988). **Respostas fisioecológicas da comunidade fitoplanctônica e fatores ecológicos em ecossistemas com diferentes estágios de eutrofização**. 293p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1988.

CALIJURI, M.C.; TUNDISI, J.G. (1990). Limnologia comparada das represas do Lobo (Broa) e Barra Bonita – Estado de São Paulo: mecanismos de funcionamento e bases para o gerenciamento. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.50, n.4, p.839-913, nov.

CAMARGO, A.F.M. (1984). **Estudo ecológico de três espécies de macrófitas aquáticas tropicais: macroinvertebrados associados e decomposição da biomassa**. 174p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1984.

CAMARGO, A.F.M.; ESTEVES, F.A. (1996). Influence of water level variation on biomass and chemical composition of the aquatic macrophyte *Eichhornia azurea* (Kunth) in an oxbow lake of the Rio Mogi-Guaçu (São Paulo, Brazil). **Archiv fur Hydrobiologie**, Stuttgart, v.135, n.3, p.423-432.

CAMARGO, A.F.M.; PEZZATO, M.M.; HENRY-SILVA, G.G. (2003). Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM. 59-83.

CANCIAN, L.F. (2007). **Crescimento das macrófitas aquáticas flutuantes *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta* em diferentes condições de temperatura e fotoperíodo**. 55p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Arquitetura, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

CARLSON, R.E. (1977). A Tropic state index for lakes. **Limnology and Oceanography**, Grafton, v.22, n.2, p.361-369, Mar.

CARVALHO, D.P. (2002). **Distribuição espacial e mudanças temporais da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Lobo (Itirapina-SP)**. 126p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

CARVALHO, F.T. et al. (2005). Influência da turbidez da água do rio Tietê na ocorrência de plantas aquáticas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.2, p.359-362, abr./jun.

CAVENAGHI, A.L. (2003). **Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do rio Tietê**. 73p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

CAVENAGHI, A.L. et al. (2005). Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-Guaçu. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.2, p.225-231, Abr./jun.

CÓ, L.M. (1979). **Distribuição de Oligochaeta na represa do Lobo (Estado de São Paulo, Brasil)**. 169p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1979.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (1986). **Resolução n.20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 18 de julho de 1986**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 20 de maio de 2008.

_____. (2005). **Resolução n.357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 17 de março de 2005**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.html>>. Acesso em: 20 de maio de 2008.

COOK, C.D.K. (1974). **Water plants of the world: a manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes**. Hague: Dr.W.Junk.

COUTINHO, M.E. (1984). **Ecologia populacional de *Eichhornia azurea* e sua participação na dinâmica da vegetação aquática na Lagoa do Infernã**. 145p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1984.

DANIEL, T.C.; SHARPLEY, A.N.; LEMUNYON, J.L. (1998). Agricultural phosphorus and eutrophication: a symposium overview. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.27, p.251-312, May/Apr.

D'ARIENZO, M.C.F. (1989). **Efeitos dos produtos de decomposição de *Sphagnum* sp sobre a decomposição de *Mayaca fluviatilis***. 130p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1989.

DIAS, E.S. et al. (1999). **Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Campo Grande: Ed.UFMS.

ESPÍNDOLA, E.L.G.; LEITE, M.A.; DORNFELD, C.B. (2004). **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e propostas de manejo**. São Carlos: RiMa.

ESTEVES, F.A. (1988). **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência.

_____. (1998). **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ESTEVES, F.A.; CAMARGO, A.F.M. (1982). Caracterização de sedimentos de 17 reservatórios do Estado de São Paulo com base no teor de feopigmentos, carbono orgânico e nitrogênio orgânico. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.34, n.5, p.699-674.

_____. (1986). Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.1, n.1, p.273-298.

FARIA, O.B. (2002). **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana, SP)**. 200p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

FASSETT, N.C. (1957). **Manual of aquatic plants**. 6thed. Madison: University of Wisconsin Press.

FIDELMAN, P.I.J. (2004). Contribuição para mitigação dos impactos da macrófita aquática *Eichhornia crassipes*. **Revista de Gerenciamento Costeiro Integrado**. Disponível em: <http://www.pedrofidelman.net/pdf/GCI_Fidelman_2004.pdf>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2007.

FLORA BRASILIENSIS (2005). **Identificação de plantas aquáticas**. Disponível em: <<http://www.florabrasiliensis.cria.org.br>>. Acesso em: 02 de setembro de 2007.

GALO, M.B.L.T. et al. (2002). Uso do sensoriamento remoto orbital no monitoramento da dispersão de macrófitas nos reservatórios do Complexo Tietê. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, p.7-20. Número especial.

GAZARINI, L.C. (1983). **Alguns aspectos ecológicos da macrófita aquática *Mayaca fluviatilis* Aublet, 1775 na Represa do Lobo (Brotas - Itirapina - SP)**. 303 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1983.

GODINHO, M.J.L. (1976). **Ciclo sazonal, "Standing - Stock" e distribuição do bacterioplâncton em ecossistema lacustre artificial (Represa do Lobo, São Carlos)**. 209p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. (1978). **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2nded. London: Blackwell Scientific; IBP Handbook.

GOODIN, D.G. et al. (1993). Analysis of suspended solids in water using remotely sensed high resolution derivative spectra. **Photogrammetric Engineering e Remote Sensing**, Washington, v.59, n.4, p.505-510.

HINO, K. (1979). **Análise qualitativa e quantitativa do microfitoplâncton da represa do Lobo (Broa)**. 119p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1979.

HOEHNE, F.C. (1940). **Flora brasileira**. São Paulo: Secretaria da Agricultura. v.12, n.1, p.1-12.

_____. (1979). **Plantas aquáticas**. São Paulo: Secretaria da Agricultura; Instituto de Botânica.

IRGANG, B.E.; GASTAL JR., C.V.S. (1996). **Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS**. Porto Alegre: UFRGS.

JOLY, A.B. (1979). **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 5.ed. São Paulo: Nacional.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F. (1993). Biomass and primary-production of herbaceous plant communities in the Amazon floodplain. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v.263, n.3, p.155-162, July.

JUNK, W.J. et al. (1981). Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidroelétrica da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v.11, n.4, p.689-716, out./dez.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. (1997). **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Bernardo do Campo: BASF. Tomo 3.

KOROLEFF, F. (1976). Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (Ed.). **Methods of seawater analysis**. Weinheim: Verlag Chemie. p.117-181.

LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. (1983). **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier. (Developments in Environmental Modeling, 3).

LIRA, G.A.S.T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOURA, A.N. (2007). Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de abastecimento do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.219-221, jul.

LOPES-FERREIRA, C.M. (1995). **O Papel de uma região colonizada por macrófitas aquáticas na depuração de efluentes domésticos na lagoa Imboacica (Macaé-RJ)**. 85p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

_____. (2000). **Estudo de uma área alagada do rio Atibaia visando a elaboração de proposta de manejo para melhoria da qualidade da água no reservatório de Salto Grande (Americana / SP)**. 145p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

LORENZI, H. (2000). **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.

LORENZI, H.; SOUSA, H.M. (1999). **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. (1978). **Water analysis: some resized methods for limnologists**. Kendal: Titus Wilson. (Freshwater Biological Association Scientific Publication, 36).

MAGURRAN, A.E. (1989). **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona: Vedral.

MARCONDES, D.A.S.; MUSTAFÁ, A.L.; TANAKA, R.H. (2003). Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM. Cap.15, p.299-317.

MARGALEF, R. (1983). **Limnologia**. Barcelona: Omega.

MARINS, M.A. (1972). **Distribuição, “standing-stock” e aspectos ecológicos de alga *Melosira italica* (EHR) Kutz em ambiente lacustre**: Represa do Lobo. 113p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

_____. (1975). **Ecologia da alga *Melosira italica* (Kutz) na represa do Lobo, Estado de São Paulo - Brasil**. 144p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

MARTINS, D. et al. (2003). Caracterização química das plantas aquáticas coletadas no reservatório de Salto Grande (Americana – SP). **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, p.21-25. Número especial.

MENEZES, C.F.S. (1984). **Biomassa e produção primária de três espécies de macrófitas aquáticas da represa do Lobo (Broa), SP**. 253p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1984.

MILLER, D.; WARREN, R. (1996). **Orquídeas do alto da serra da mata atlântica pluvial do sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Salamandra.

MIYAZAKI, D.M.Y.; PITELLI, R.A. (2003). Estudo do potencial do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) como agente de controle biológico de *Egeria densa*, *Egeria najas* e *Ceratophyllum demersum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, p.53-59. Número especial.

MORAES, M.E. (1978). **Ciclo sazonal, distribuições horizontal e vertical e inter-relação ecológicas de nutrientes na represa do Lobo (Brotas - Itirapina - SP)**. 153p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1978.

MOTHEO, D.F. (2005). **Estudo limnológico na represa Carlos Botelho (Itirapina/Brotas-SP): uma reavaliação comparativa do sistema Lobo-Broa**. 103p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

NOGUEIRA, F.M.B. (1989). **Importância das macrófitas aquáticas *Eichhornia azurea* Kunth e *Scirpus cubensis* Poepp & Kunth na ciclagem de nutrientes e nas principais características limnológicas da Lagoa do Infernã (SP)**. 147p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1989.

NOTARE, M. (1992). **Plantas hidrófilas e seu cultivo em aquário**. Rio de Janeiro: Sulamérica; Flora Bleher.

NUSCH, E.A. (1980). Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. **Archiv Für Hydrobiologie**, Stuttgart, v.14, p.14-36.

OISHI, M.K. (1990). **Determinação do potencial trófico das águas dos componentes da bacia hidrográfica da represa do Broa (Broa-Itirapina, SP), através de ensaio algal**. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1990.

PANITZ, C.M.N. (1980). **Estudo comparativo do perifíton em diferentes substratos artificiais na Represa do Lobo (Broa), São Carlos-SP**. 224p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1980.

PEDRALLI, G. (2003). Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM. p.171-188.

PETRACCO, P. (1995). **Determinação da biomassa e estoque de nitrogênio e fósforo de *Polygonum spectabile* Mart. e *Paspalum repens* Berg da represa de Barra Bonita (SP)**. 108p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

PLANTAS aquáticas e palustres do estado de são paulo. (2008). **Identificação de espécies**. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br/plant-aq-SP/plantas.html>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2008.

POMPÊO, M.L.M. (1996). Produtividade primária do fitoplâncton da Lagoa Dourada (Brotas, SP). In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 8., 1996, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar. p.15-25.

POMPÊO, M.L.M. (1999). As macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais: aspectos ecológicos e propostas de monitoramento e manejo. In: POMPÊO, M.L.M. (Ed.). **Perspectivas da limnologia no Brasil**. São Luiz: União. p.105-119.

POMPÊO, M.L.M.; MOSCHINI-CARLOS, V. (2003). **Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos: RiMa. 134p.

POMPÊO, M.L.M. et al. (1997). O Papel da macrófita aquática *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcock na caracterização física e química da água na zona de desembocadura do rio Paranapanema na represa de Jurumirim, SP. **Brazilian Journal of Ecology**, Rio Claro, v.1, p.44-53.

POTT, V.J.; POTT, A. (2000). **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília, DF: EMBRAPA/Centro de pesquisa agropecuária do Pantanal (Corumbá-MS).

QUEIROZ, O.T.M.M. (2000). **Impactos das atividades turísticas em área de reservatório: uma avaliação sócio-ambiental do uso e ocupação na área da represa do Lobo, município de Itirapina, SP**. 238p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

REIS, S.P.W.; BARBOSA, F.A.R. (1993). Estudo da composição de macrófitas aquáticas da lagoa dos Mares, Município de Lagoa Santa, com ênfase em aspectos ecológicos de *Salvinia herzogii* (Aubl.). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.6, n.1, p.196-208.

RIBEIRO, M.C.L.B. (1994). **Conservação da integridade biótica das comunidades de peixes do Ribeirão Gama: área de proteção ambiental (APA) Gama/Cabeça de Veado**. Brasília, DF. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1994.

RIEMER, D.N. (1984). **Introduction to freshwater vegetation**. Westport: Van Nostrand Reinhold.

RIETZLER, A. (1991). **Estudo da dinâmica de populações de copepoda calanoida na represa do Lobo (Broa)**. 196p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991.

RIIS, T.; SAND-JENSEN, K.; VESTERGAARD, O. (2000). Plant communities in lowland danish streams: species composition and environmental factors. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v.66, n.4, p.255-172, Apr.

RIO, C.M.M.G. (2003). **Modelagem da circulação de um reservatório tropical polimítico**. 96p. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

RIOS, L. (1999). **Distribuição espaço-temporal e balanço de massa do fósforo na represa de Salto Grande – Americana (SP)**. 159p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

ROCHA, O. (1978). **Flutuação sazonal e distribuição da população de *Diaptomus furcatus*, Sars (Copepoda, Calanoida) na Represa do Lobo (Broa)**. 147p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

ROMESBURG, H.C. (1984). **Cluster analysis for researchers**. California, Lifetime Learning Publications, 334p.

RODGHER, S. (2001). **Estudos ecotoxicológicos e limnológicos nos reservatórios em cascata do médio e baixo rio Tietê: uma análise espacial e temporal**. 213p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

RODRIGUES, S.L. (1997). **Efeitos das variáveis ecológicas na disponibilização e qualidade da radiação solar subaquática em ecossistemas artificiais (reservatórios de Barra Bonita e do Lobo)**. 218p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

RUBIM, M.A.L.; CAMARGO, A.F.M. (2001). Taxa de crescimento específico da macrófita aquática *Salvinia molesta* Mitchell em um braço do Rio Preto, Itanhaém, São Paulo. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.13, n.1, p.75-83.

SAMPAIO, E.V.S.B.; OLIVEIRA, N.M.B. (2005). Aproveitamento da macrófita aquática *Egeria densa* como adubo orgânico. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.2, p.169-174, abr./jun.

SANTOS, A.C.A. (2003). **Heterogeneidade espacial e variabilidade temporal de dois reservatórios com diferentes graus de trofia, no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

SANTOS, J.E. (1981). **Fixação de nitrogênio em rizosfera de macrófitas aquáticas (Represa do Lobo, Brotas-Itirapina, SP)**. 281p. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1981.

SANTOS, S.C.D. (1995). **Sobre alguns aspectos do ciclo do fósforo e eutrofização na represa de Barra Bonita, SP**. 104p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

SIMONATO, A.D. (1986). **Ciclos diurnos de fatores ecológicos na Represa do Lobo (Broa)**. 153p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1986.

SOARES, J.J. (1981). **Estudos sobre biomassa e produtividade do perifíton em macrófitas na Represa do Lobo, São Carlos - SP**. 223p. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1986.

SORENSEN, T. (1948). A Method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity in species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. **Kongelige Danske Videnskabernes Selskab**, København, v.5, n.4, p.1-34.

SOUZA, D.A. (1993). **Bacia do ribeirão do Lobo: bases ecológicas para o desenvolvimento regional, manejo e conservação**. 158p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

SOUZA, M.H.A.O. (1977). **Alguns aspectos ecológicos da vegetação na região perimetral da Represa do Lobo (Brotas-Itirapina, SP)**. 369p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

STANDARD methods for examination of water and wastewater. (1971). 13thed. Washington: American Public Health Association.

STANDARD methods for examination of water and wastewater. (1995). 20thed. Washington: American Public Health Association.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G.; DUNCAN, A. (1993). Introduction. In: STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G.; DUNCAN, A. (Ed.). **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Dordrecht: Kluwer Academic. p.7-9.

STRIXINO, G.B.M.A. (1973). **Sobre a ecologia dos macroinvertebrados do fundo, na represa do Lobo**. 188 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1973.

TANAKA, R.H. et al. (2002). Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, p.99-111.

TAVARES, K.S. (2003). **A comunidade de macrófitas aquáticas em reservatórios do Médio e Baixo Tietê (SP) e em lagoas da Bacia do Médio Rio Doce (MG)**. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

THOMAZ, S.M. (2002). Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, p.21-33.

_____. (2005). Fatores que afetam a distribuição e o desenvolvimento de macrófitas aquáticas em reservatórios: uma análise em diferentes escalas. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.E.; JORCIN, A. (Org.). **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: RiMa. Cap.6, p.165-181.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (1998). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.10, n.1, p.103-116.

_____. (1999). A Expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO; São Paulo: FAPESP. p.597-626.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M.; PAGIORO, T.A. (2003). Macrófitas aquáticas em Itaipú: ecologia e perspectivas para o manejo. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM. p.319-341.

THOMAZ, S.M.; ROBERTO, M.C.; BINI, L.M. (1997). Características limnológicas dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, M.; AGOSTINHO, A.C.A.; HAHN, N.S. (Ed.). **A Planície de inundação do Alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM. p.73-102.

THOMAZ, S.M. et al. (1999). Aquatic macrophytes of Itaipu reservoir, Brazil: Survey of species and ecological considerations. **Brazilian Archives of Biology and Technology = Arquivos de biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.42, p.15-22.

_____. (2005). Ocorrência e distribuição espacial de macrófitas aquáticas em reservatórios. In: RODRIGUES, L. et al. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: RiMa. Cap.22, p.282-292.

THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L.; PAYNE, F.E. (1990). **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York: John Wiley.

TOLEDO JR., A.P. et al. (1983). A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo de eutrofização em lagos e de reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 1983, Camboriú. **Anais...** São Carlos: EESC/CRHEA. p.1-34.

TRINDADE, M. (1980). **Nutrientes em sedimento da represa do Lobo (Brotas/Itirapina,SP)**. 219 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1980.

TUNDISI, J.G. (1999). Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, funções e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO; São Paulo: FAPESP. p.19-38.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (1995). The Lobo-Broa ecosystem research. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Ed.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: Brazilian Limnological Society. p.219-43.

TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. (1999). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: IIE.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; LUIZ, S. (2003). **Gerenciamento e recuperação das bacias hidrográficas dos rios Itaqueri e Lobo e da represa da UHE Carlos Botelho (Lobo-Broa)**. São Carlos: IIE; IIEGA.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (1999a). Theoretical basis for reservoir management. In: TUNDISI, J.G.; STRAKRABA, M. (Ed.). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences; São Carlos: International Institute of Ecology. p.505-552.

TUNDISI, J.G.; MATSYMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (1999b). Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras. p.195-223.

TUNDISI, J.G. et al. (1977a). Primary production, standing-stock of phytoplankton and ecological factors in a shallow tropical reservoir (Represa do Broa, São Carlos, Brasil). In: SEMINÁRIO MÉDIO AMBIENTE Y REPRESAS, 1977, Montevideo. **Anais ...** Montevideo: Universidad de La Republica. v.1, p.138-172.

_____. (1977b). **Produção, “Standing-stock”, fracionamento do fitoplâncton e fatores ecológicos em ecossistemas lacustre artificial (Represa do Broa) São Carlos**. 253p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1977.

_____. (1985). Represas artificiais: perspectivas para o controle e manejo da qualidade da água para usos múltiplos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 6., 1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH. v.4, p.37-59.

_____. (1986). The Lobo (Broa) ecosystem. **Ciência Interamericana**, Washington, v.25, n.114, p.18-31.

_____. (1988). Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo. In: TUNDISI, J.G. (Ed.). **Limnologia e manejo de represas**. São Paulo: ACIESP. Tomo 1, p.1-75. (Série Monografias em Limnologia).

_____. (1991). Comparative limnology of five reservoirs in the mittle Tietê River. São Paulo State. **Verhandenrigen der Internationales Vereirrigurig Fur Theoretische und Angewandte Limnologie**, Stuttgart, n.24, p.1489-1496, Juni.

_____. (1999). **Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: IIE.

_____. (2000). Represa do Lobo: 30 anos de pesquisa, gerenciamento e participação da comunidade. In: JORGENSEN, S.E.; VOLLENWEIDER, R.A. (Ed.). **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. Tradução de Dino Vannucci; Editor da série em português: José Galizia Tundisi. São Carlos: ILEC; IIE. p.171-175.

_____. (2003). **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima; IIE.

VELINI, E.D. (1998). Controle mecânico de plantas daninhas aquáticas no Brasil. In: **WORKSHOP CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS**, 1998, Brasília. Brasília: IBAMA. p.32-35.

VON SPERLING, M. (1996). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: DESA/UFMG. v.1: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.

WETZEL, R.G. (1975). **Limnology**. Philadelphia: Saunders.

_____. (1981). **Limnologia**. Barcelona: Omega.

_____. (1993). **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. (1991). **Limnological analysis**. New York: Springer Verlag.

WHITAKER, V.A. (1993). **A área alagada da represa do Lobo (Itirapina-SP) – os processos ecológicos associados ao potencial de desnitrificação dos sedimentos**. 137f. Dissertação (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

ZANATA, L.H.; ESPÍNDOLA, E.L.G. (2002). Longitudinal processes in Salto Grande reservoir (Americana, SP, Brazil) and its influence in the formation of compartment system. **Brazilian Journal of Biology=Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.62, n.2, p.347-361, maio.

ANEXOS

ANEXO 1 – TABELAS

Tabela 17. Variáveis climatológicas e hidrológicas (médias) ocorridas durante o ano de 2007.

Meses/ variáveis	Temp. do ar (°C)	Precipitação (mm)	Veloc. do vento (2m/s)
Jan	24,0	381,3	1,4
Fev	25,1	244,9	2,2
Mar	25,7	93,2	1,4
Abr	22,8	95,6	2,0
Mai	19,7	62,0	1,7
Jun	18,3	13,7	1,4
Jul	18,7	161,4	2,4
Ago	19,7	0,0	2,7
Set	22,5	0,7	4,3
Out	22,6	129,3	2,2
Nov	22,0	194,2	4,4
Dez	22,5	125,9	2,0
Meses/ variáveis	Rad. solar ($\mu\text{E} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	Vazão defluente (m^3/s)	Tempo residência (dias)
Jan	424,4	21,7	12
Fev	519,6	9,2	28
Mar	512,9	6,8	39
Abr	404,6	7,0	37
Mai	293,6	4,4	60
Jun	322,3	4,4	60
Jul	285,8	5,9	44
Ago	360,9	4,6	57
Set	407,4	2,9	90
Out	441,6	2,9	90
Nov	445,0	7,8	34
Dez	427,4	5,6	47

Tabela 18. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento água, realizadas no reservatório do Lobo no mês de março.

Variáveis	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Temperatura (°C)	23,6	23,73	27,6	31,97	27,9	31,6	32,3	32,5
pH	6,8	4,52	4,5	4,52	4,8	4,95	4,7	5,07
Oxig. Dissolvido ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	5,96	1,88	8,13	7,85	10,6	9,37	10,2	9,5
Condutividade ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	2,0	15,0	2,0	4,0	1,0	5,0	3,0	5,0
Profundidade do ponto (m)	1,0	1,0	1,0	1,9	0,5	1,0	1,0	0,5
Transparência (m)	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Nitrito ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	5,0	4,9	3,8	4,1	4,0	4,3	3,68	3,44
Nitrato ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	11,5	8,9	13,9	8,7	8,9	5,81	6,01	7,11
Amônio ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	63,9	77,9	175,2	181,8	117	119,07	189,1	187,47
Nitrog. Org. Total ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0,42	0,61	0,28	0,33	0,79	0,37	0,42	0,84
Fósforo total ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	415,46	275,46	746,02	429,07	370,74	256,02	160,74	193,80
Fosfato inorgânico ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	9,88	50,47	11,46	9,06	11,55	6,49	9,06	9,06
Fosfato total dissolvido ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	13,86	63,55	17,54	15,82	17,66	17,06	15,98	16,65
Silicato reativo ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	0,81	0,81	0,70	0,77	0,77	0,71	0,70	0,81
Mat. Suspensão Total ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	6,85	5,22	4,34	2,98	3,72	5,07	3,22	5,4
Mat. Suspensão Inorg. ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	3,76	0,95	1,06	0,54	0,75	1,56	0,79	1,61
Mat. Suspensão Org. ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	3,08	4,27	3,28	2,44	2,97	3,51	2,43	3,79
Clorofila a ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	0,27	0,17	0,19	0,105	0,151	0,154	0,237	0,092

Tabela 19. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento água, realizadas no reservatório do Lobo no mês de maio.

Variáveis	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Temperatura (°C)	19,55	24,9	24,2	22,4	23,8	23,9	23,8	22,8
pH	4,90	5,50	4,64	3,70	5,18	4,91	5,34	4,36
Oxig.Dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,5	7,6	7,3	7,6	8,9	8,1	8,9	8,3
Condutividade (µS.cm ⁻¹)	8,6	14,8	11,6	13,2	14,5	13,8	14,7	14,8
Profundidade do ponto (m)	0,6	0,4	0,5	0,7	0,6	0,9	0,4	0,6
Transparência (m)	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Nitrito (µg.L ⁻¹)	4,55	3,82	4,57	4,21	4,04	3,23	3,48	3,50
Nitrato (µg.L ⁻¹)	16,38	11,0	36,7	10,7	9,2	6,07	14,64	4,77
Amônio (µg.L ⁻¹)	88,81	81,3	81,9	74,9	74,72	76,18	80,96	72,69
Nitrog. Org. Total (mg.L ⁻¹)	0,37	0,37	0,42	0,47	0,42	0,93	0,56	0,56
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	182,13	143,24	100,46	133,52	110,19	145,19	259,91	189,91
Fosfato inorgânico (µg.L ⁻¹)	7,22	48,85	7,36	6,28	8,34	8,19	5,94	5,85
Fosfato total dissolvido (µg.L ⁻¹)	17,21	67,16	16,39	17,63	17,46	15,94	13,15	15,84
Silicato reativo (mg.L ⁻¹)	2,16	2,78	2,52	2,60	3,14	3,56	3,98	3,95
Mat. Suspensão Total (mg.L ⁻¹)	2,45	3,22	4,44	5,48	2,59	5,54	5,5	2,7
Mat. Suspensão Inorg. (mg.L ⁻¹)	1,01	0,74	2,06	2,04	0,24	1,31	2,05	0,28
Mat. Suspensão Org. (mg.L ⁻¹)	1,44	2,48	2,38	3,44	2,35	4,23	3,45	2,42
Clorofila a (µg.L ⁻¹)	0,01	0,12	0,05	0,18	0,11	0,21	0,17	0,13

Tabela 20. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento água, realizadas no reservatório do Lobo no mês de agosto.

Variáveis	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Temperatura (°C)	18,1	21,2	21,3	22,2	22	20,9	22,1	22,1
pH	3,41	3,80	3,76	4,00	3,98	3,90	3,98	4,07
Oxig.Dissolvido (mg.L ⁻¹)	7,1	6,6	7,1	7,6	7,6	7,3	7,7	7,6
Condutividade (µS.cm ⁻¹)	7,9	16,3	13,2	13,7	12,9	14,4	14,6	14,1
Profundidade do ponto (m)	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	0,4	0,4
Transparência (m)	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Nitrito (µg.L ⁻¹)	1,15	1,7	1,4	1,0	1,1	1,0	1,12	1,03
Nitrato (µg.L ⁻¹)	71,47	22,1	90,2	17,5	19,7	19,31	22,2	19,75
Amônio (µg.L ⁻¹)	60,84	17,5	51,8	54,9	39,82	34,59	39,32	45,87
Nitrog. Org. Total (mg.L ⁻¹)	0,42	0,98	0,79	0,56	0,61	1,03	0,65	0,79
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	52,00	83,04	72,98	59,80	70,90	69,36	66,75	63,28
Fosfato inorgânico (µg.L ⁻¹)	1,36	23,82	0,8	0,39	0,56	1,96	1,79	1,68
Fosfato total dissolvido (µg.L ⁻¹)	9,81	43,78	9,95	11,95	13,70	13,66	14,19	15,72
Silicato reativo (mg.L ⁻¹)	7,51	2,97	5,77	2,59	2,98	2,77	2,74	2,43
Mat. Suspensão Total (mg.L ⁻¹)	3,59	5,17	9,03	2,22	3,65	3,97	3,63	2,2
Mat. Suspensão Inorg. (mg.L ⁻¹)	0,96	1,25	5,04	0,34	0,78	0,82	0,79	0,3
Mat. Suspensão Org. (mg.L ⁻¹)	2,63	3,92	3,99	1,88	2,87	3,15	2,84	1,9
Clorofila a (µg.L ⁻¹)	0,48	0,59	0,61	0,38	0,26	0,39	0,37	0,33

Tabela 21. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento água, realizadas no reservatório do Lobo no mês de novembro.

Variáveis	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Temperatura (°C)	22,0	21,8	24	25	24,5	24,2	24,5	24,1
pH	5,74	3,53	5,12	5,72	5,80	5,34	5,46	6,60
Oxig.Dissolvido (mg.L ⁻¹)	4,8	5,3	7,6	8,0	7,5	7,4	8,1	7,9
Condutividade (µS.cm ⁻¹)	10,0	32,5	19,0	11,5	13,5	13,5	13,0	13,0
Profundidade (m)	1,5	1,4	0,8	0,9	1,0	1,3	0,4	0,7
Transparência (m)	0,7	Total	Total	Total	Total	0,8	Total	Total
Nitrito (µg.L ⁻¹)	5,30	6,7	2,7	1,5	1,8	1,9	2,31	1,14
Nitrato (µg.L ⁻¹)	25,66	22,2	36,6	31,5	32,6	31,74	31,36	31,89
Amônio (µg.L ⁻¹)	43,74	18,0	21,3	22,6	21,46	22,45	18,35	12,43
Nitrog. Org. Total (mg.L ⁻¹)	0,93	0,98	0,23	0,75	0,56	0,89	0,79	0,84
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	40,64	21,92	45,06	47,55	47,23	61,88	109,09	81,14
Fosfato inorgânico (µg.L ⁻¹)	4,34	5,86	4,82	2,39	2,25	3,51	1,59	10,16
Fosfato total dissolvido (µg.L ⁻¹)	23,53	65,60	15,41	11,24	14,15	13,57	17,17	12,59
Silicato reativo (mg.L ⁻¹)	1,74	2,91	3,50	2,97	3,25	3,18	3,14	3,92
Mat. Suspensão Total (mg.L ⁻¹)	5,75	2,47	9,17	10,64	11,18	14,82	23,34	12,4
Mat. Suspensão Inorg. (mg.L ⁻¹)	2,87	0,06	1,56	0,92	1,08	2,48	10,06	1,7
Mat. Suspensão Org. (mg.L ⁻¹)	2,88	2,41	7,61	9,72	10,1	12,34	13,28	10,7
Clorofila a (µg.L ⁻¹)	12,20	9,46	8,13	10,43	8,99	9,73	9,9	11,84

Tabela 22. Resultados das variáveis analisadas para o compartimento sedimento, realizadas no reservatório do Lobo durante os quatro períodos de coleta no ano de 2007.

Março								
Variáveis	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Nitrogênio total (%)	17,29	12,13	2,01	1,8	10,48	9,78	0,26	1,52
Fósforo total (mg.g)	3,13	3,56	0,86	0,38	1,56	1,67	0,38	0,63
Matéria orgânica (%)	8,23	7,09	3,27	1,01	7,71	6,14	0,09	2,57
Maio								
Variáveis	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Nitrogênio total (%)	0,37	10,73	9,59	0,49	14,51	7,07	0,23	2,08
Fósforo total (mg.g)	0,11	4,71	5,06	0,16	0,93	0,40	0,08	1,12
Matéria orgânica (%)	0,42	8,67	7,41	0,88	9,65	6,22	0,47	2,77
Agosto								
Variáveis	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Nitrogênio total (%)	0,28	4,88	0,4	0,19	11,15	10,45	0,56	1,14
Fósforo total (mg.g)	0,12	1,10	0,14	0,14	0,99	1,52	0,11	0,56
Matéria orgânica (%)	0,14	3,13	0,15	0,31	7,56	7,73	0,07	1,21
Novembro								
Variáveis	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Nitrogênio total (%)	15,68	12,58	4,11	0,49	0,47	7,63	0,30	0,98
Fósforo total (mg.g)	3,37	4,35	2,27	0,16	2,20	2,94	0,13	0,99
Matéria orgânica (%)	11,94	7,15	5,02	0,54	6,23	6,56	2,46	15,12

Tabela 23. Composição granulométrica dos pontos amostrados durante os quatro períodos de coleta no ano de 2007.

Março								
Tipo de sedimento (%)	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Areia grossa	7,60	5,0	22,7	4,0	6,6	3,6	6,7	1,0
Areia média	17,4	19,0	42,3	30,0	25,0	17,5	21,4	5,0
Areia fina	33,1	34,1	16,1	48,4	43	53,9	64	69
Silte	28,9	20,9	8,9	5,8	19,7	17,2	2,5	12,7
Argila	2,9	5,2	1,5	1,0	0,6	0,5	0,0	0,3
Maio								
Tipo de sedimento (%)	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Areia grossa	3,20	10,0	14,0	19,1	8,0	6,3	6,7	0,0
Areia média	62,8	19,0	52,2	25,9	22,0	63,7	55,4	9,0
Areia fina	29,1	39,1	15	48,1	52,3	20,0	33,3	68,7
Silte	1,3	16,9	10,8	1,0	12,7	8,0	0,4	7,5
Argila	0,4	1,7	0,7	0,2	1,9	1,2	0,0	2,3
Agosto								
Tipo de sedimento (%)	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Areia grossa	8,60	10,0	4,1	15,0	5,0	11,0	4,0	4,0
Areia média	76,0	31,0	44,9	55,00	34,0	25,10	42,0	36,1
Areia fina	11,6	44	46	25,3	37,0	40,9	50,7	44,9
Silte	0,8	6,6	0,4	2,9	19,0	15,9	0,3	6,5
Argila	0,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,6	0,3	1,2
Novembro								
Tipo de sedimento (%)	Lobo	Itaqueri	Geraldo	Perdizes	Estiva	V. Pinhal	Mina	P. Barrag.
Areia grossa	12,0	11,9	11,0	15,0	22,9	18,4	19,0	7,3
Areia média	27,0	23,1	22,2	60,0	23,3	25,7	46,0	31,7
Areia fina	49,3	40,0	43,8	20,0	35,6	29	32,4	46,0
Silte	4,8	17,5	14,3	0,5	13,2	18,5	0,3	6,5
Argila	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0

Tabela 24. Índice do Estado Trófico dos pontos amostrados no reservatório do Lobo durante os quatro períodos de coleta no ano de 2007.

Março						
Pontos de coleta	IET Médio (Secchi)	IET Médio PT	IET Médio PO ₄	IET Médio Clorofila <i>a</i>	IET Médio	Estado Trófico
Lobo	50,77	83,71	48,67	26,47	52,64	M
Itaqueri	50,77	77,78	59,87	21,89	52,84	M
Geraldo	50,77	92,15	50,81	22,84	54,63	E
Perdizes	41,51	84,17	47,42	17,00	48,39	M
Estiva	50,77	82,07	50,92	20,64	51,15	M
Vila Pinhal	50,77	76,72	42,61	20,84	47,30	M
Mina	50,77	70,01	47,42	25,16	47,99	M
Próx. Barragem	53,99	72,71	47,42	15,68	46,51	M
Maio						
Pontos de coleta	IET Médio (Secchi)	IET Médio PT	IET Médio PO ₄	IET Médio Clorofila <i>a</i>	IET Médio	Estado Trófico
Lobo	58,14	71,81	44,14	-3,57	40,42	O
Itaqueri	63,99	68,35	42,22	18,13	45,91	M
Geraldo	55,91	63,23	44,42	9,01	41,32	O
Perdizes	55,91	67,33	42,13	22,63	45,73	M
Estiva	58,14	64,56	46,22	17,62	44,99	M

Vila Pinhal	52,29	68,54	45,96	24,04	47,05	M
Mina	63,99	76,94	41,33	21,83	49,17	M
Próx. Barragem	58,14	72,41	41,11	18,80	46,11	M
Agosto						
Pontos de coleta	IET Médio (Secchi)	IET Médio PT	IET Médio PO₄	IET Médio Clorofila a	IET Médio	Estado Trófico
Lobo	58,14	53,73	20,06	32,14	38,57	O
Itaqueri	53,99	60,48	36,09	34,35	45,12	M
Geraldo	55,91	58,62	12,40	34,57	38,16	O
Perdizes	55,91	55,74	2,04	30,02	33,08	O
Estiva	60,77	58,20	7,26	26,27	34,89	O
Vila Pinhal	50,77	57,88	25,33	30,17	39,65	O
Mina	63,99	57,33	24,02	29,66	40,86	O
Próx. Barragem	63,99	56,56	23,11	28,34	40,00	O
Novembro						
Pontos de coleta	IET Médio (Secchi)	IET Médio PT	IET Médio PO₄	IET Médio Clorofila a	IET Médio	Estado Trófico
Lobo	44,92	50,17	36,80	64,68	49,75	M
Itaqueri	55,91	41,26	45,28	62,13	50,46	M
Geraldo	53,99	51,66	38,31	60,61	50,74	M
Perdizes	52,29	52,44	28,19	63,11	48,54	M
Estiva	50,77	52,34	27,32	61,62	47,62	M
Vila Pinhal	46,98	56,24	33,74	62,42	50,25	M
Mina	63,99	64,42	22,31	62,59	51,80	M
Próx. Barragem	55,91	60,15	49,07	64,38	57,59	E

*Legenda = O - oligotrófico, M- mesotrófico, E – eutrófico.

Tabela 25. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas quinze variáveis abióticas analisadas para o compartimento água, observando o efeito da sazonalidade.

Effects coding used for categorical variables in model.

Categorical values encountered during processing are:

SAZON (2 levels)

1,2

Number of cases processed: 32

Dependent variable means

NT	NO2	NO3	NH4	PT
0.475	1.317	2.901	4.022	4.744
PTD	POI	SIO	MST	MSI
2.797	1.745	1.212	1.806	0.822
MSO	TAG	PH	OD	COND
1.557	3.220	4.769	2.123	2.396

Estimates of effects $B = (X'X)^{-1} X'Y$

		NT	NO2	NO3	NH4
CONSTANT		0.475	1.317	2.901	4.022
SAZON	1	0.000	0.137	-0.054	-0.034

Test for effect called: SAZONALIDADE

Univariate F Tests

Source	SS	df	MS	F	P
NT	0.000	1	0.000	0.000	0.998
	0.649	30	0.022		
NO2	0.598	1	0.598	3.693	0.064
	4.855	30	0.162		
NO3	0.095	1	0.095	0.198	0.660
	14.359	30	0.479		
NH4	0.037	1	0.037	0.065	0.801
	17.221	30	0.574		
PT	0.481	1	0.481	0.732	0.399
	19.726	30	0.658		
PTD	0.061	1	0.061	1.710	0.201
	1.063	30	0.035		
POI	2.476	1	2.476	6.061	0.020
	12.255	30	0.408		
SIO	1.743	1	1.743	13.110	0.001
	3.988	30	0.133		
MST	1.683	1	1.683	8.315	0.007
	6.074	30	0.202		
MSI	0.343	1	0.343	1.477	0.234
	6.957	30	0.232		
MSO	1.757	1	1.757	10.356	0.003
	5.090	30	0.170		
TAG	0.199	1	0.199	16.547	0.000
	0.362	30	0.012		
PH	5.900	1	5.900	10.693	0.003
	16.553	30	0.552		
OD	0.023	1	0.023	0.389	0.538
	1.789	30	0.060		
COND	2.032	1	2.032	6.013	0.020
	10.139	30	0.338		

Multivariate Test Statistics

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.051	19.767	15,16	0.000
Pillai Trace	0.949	19.767	15,16	0.000
Hotelling-Lawley Trace	18.531	19.767	15,16	0.000

Tabela 26. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas quinze variáveis abióticas analisadas para o compartimento água, observando o efeito temporal entre os meses de coleta.

Test for effect called: MESES DE COLETA

Univariate F Tests

Source	SS	df	MS	F	P
NT	0.156	3	0.052	2.948	0.050
	0.493	28	0.018		
NO2	3.814	3	1.271	21.714	0.000
	1.639	28	0.059		
NO3	8.632	3	2.877	13.839	0.000
	5.822	28	0.208		
NH4	14.194	3	4.731	43.238	0.000
	3.064	28	0.109		
PT	16.183	3	5.394	37.532	0.000
	4.024	28	0.144		
PTD	0.212	3	0.071	2.166	0.114
	0.912	28	0.033		
POI	10.926	3	3.642	26.807	0.000
	3.804	28	0.136		
SIO	4.528	3	1.509	35.119	0.000
	1.203	28	0.043		
MST	3.494	3	1.165	7.647	0.001
	4.264	28	0.152		
MSI	0.588	3	0.196	0.817	0.495
	6.712	28	0.240		
MSO	3.852	3	1.284	12.001	0.000
	2.995	28	0.107		
TAG	0.360	3	0.120	16.748	0.000
	0.201	28	0.007		
PH	10.282	3	3.427	7.885	0.001
	12.170	28	0.435		
OD	0.048	3	0.016	0.251	0.860
	1.765	28	0.063		
COND	8.054	3	2.685	18.252	0.000
	4.118	28	0.147		

Multivariate Test Statistics

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.000	30.240	45,42	0.000
Pillai Trace	2.847	19.826	45,48	0.000
Hotelling-Lawley Trace	199.321	56.105	45,38	0.000

THETA	S	M	N	Prob
0.994	3	5.5	6.0	0.000

Tabela 27. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas quinze variáveis abióticas analisadas para o compartimento água, observando o efeito espacial entre os pontos de amostragem.

Test for effect called: PONTOS DE AMOSTRAGEM

Univariate F Tests

Source	SS	df	MS	F	P
NT	0.182	7	0.026	1.333	0.278
	0.467	24	0.019		
NO2	0.777	7	0.111	0.569	0.773
	4.676	24	0.195		
NO3	3.458	7	0.494	1.078	0.407
	10.996	24	0.458		
NH4	0.809	7	0.116	0.169	0.989
	16.449	24	0.685		
PT	0.308	7	0.044	0.053	1.000
	19.899	24	0.829		
PTD	0.219	7	0.031	0.829	0.574
	0.905	24	0.038		
POI	1.602	7	0.229	0.418	0.881
	13.129	24	0.547		
SIO	0.078	7	0.011	0.047	1.000
	5.653	24	0.236		
MST	0.827	7	0.118	0.409	0.887
	6.930	24	0.289		
MSI	2.232	7	0.319	1.510	0.211
	5.068	24	0.211		
MSO	0.779	7	0.111	0.440	0.867
	6.068	24	0.253		
TAG	0.121	7	0.017	0.946	0.491
	0.440	24	0.018		
PH	2.553	7	0.365	0.440	0.867
	19.899	24	0.829		
OD	0.855	7	0.122	3.059	0.019
	0.958	24	0.040		
COND	2.262	7	0.323	0.783	0.608
	9.910	24	0.413		

Multivariate Test Statistics

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.001	1.253	105,73	0.153
Pillai Trace	3.307	0.955	105,112	0.593
Hotelling-Lawley Trace	26.335	2.078	105,58	0.001

THETA	S	M	N	Prob
0.953	7	3.5	4.0	0.009

Tabela 28. Análise de variância multivariada (MANOVA) e teste de hipótese, realizada sobre a matriz composta pelas oito variáveis abióticas analisadas para o compartimento sedimento, observando o efeito da sazonalidade.

Test for effect called: SAZONALIDADE

Univariate F Tests

Source	SS	df	MS	F	P
NT	0.102	1	0.102	0.528	0.473
	5.773	30	0.192		
PT	0.181	1	0.181	3.308	0.079
	1.644	30	0.055		
MO	70.268	1	70.268	2.963	0.095
	711.485	30	23.716		
Areia grossa	19.790	1	19.790	1.567	0.220
	378.844	30	12.628		
Areia média	31.984	1	31.984	5.212	0.030
	184.089	30	6.136		
Areia fina	1.810	1	1.810	0.448	0.508
	121.190	30	4.040		
Silte	72.606	1	72.606	3.412	0.075
	638.388	30	21.280		
Argila	0.245	1	0.245	0.200	0.658
	36.730	30	1.224		

Multivariate Test Statistics

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.678	1.365	8,23	0.263
Pillai Trace	0.322	1.365	8,23	0.263
Hotelling-Lawley Trace	0.475	1.365	8,23	0.263

Tabela 29. Análise de variância multivariada (MANOVA) e teste de hipótese, realizada sobre a matriz composta pelas oito variáveis abióticas analisadas para o compartimento sedimento, observando o efeito temporal entre os meses de coleta.

Test for effect called: MESES DE COLETA

Univariate F Tests

Source	SS	df	MS	F	P
NT	0.292	3	0.097	0.489	0.693
	5.582	28	0.199		
PT	0.263	3	0.088	1.570	0.219
	1.563	28	0.056		
MO	133.440	3	44.480	1.921	0.149
	648.312	28	23.154		
Areia grossa	95.654	3	31.885	2.947	0.050
	302.980	28	10.821		
Areia média	48.079	3	16.026	2.671	0.067
	167.994	28	6.000		
Areia fina	5.251	3	1.750	0.416	0.743
	117.749	28	4.205		
Silte	111.547	3	37.182	1.737	0.182
	599.447	28	21.409		
Argila	6.975	3	2.325	2.170	0.114
	30.000	28	1.071		

Multivariate Test Statistics

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.239	1.637	24,61	0.062
Pillai Trace	1.062	1.576	24,69	0.073
Hotelling-Lawley Trace	2.052	1.682	24,59	0.054

THETA	S	M	N	Prob
0.581	3	2.0	9.5	0.072

Tabela 30. Análise de variância multivariada (MANOVA) e teste de hipótese, realizada sobre a matriz composta pelas oito variáveis abióticas analisadas para o compartimento sedimento, observando o efeito espacial entre os pontos de coleta.

Test for effect called: PONTOS DE AMOSTRAGEM

Univariate F Tests

Source	SS	df	MS	F	P
NT	3.317	7	0.474	4.447	0.003
	2.557	24	0.107		
PT	0.913	7	0.130	3.428	0.011
	0.913	24	0.038		
MO	388.153	7	55.450	3.381	0.012
	393.599	24	16.400		
Areia grossa	131.768	7	18.824	1.693	0.158
	266.866	24	11.119		
Areia média	66.449	7	9.493	1.523	0.207
	149.624	24	6.234		
Areia fina	39.004	7	5.572	1.592	0.186
	83.995	24	3.500		
Silte	418.387	7	59.770	4.902	0.002
	292.607	24	12.192		
Argila	9.855	7	1.408	1.246	0.318
	27.120	24	1.130		

Multivariate Test Statistics

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.029	1.609	56,96	0.020
Pillai Trace	2.307	1.414	56,161	0.049
Hotelling-Lawley Trace	6.140	1.676	56,107	0.011

THETA	S	M	N	Prob
0.720	7	0.0	7.5	0.144

Tabela 31. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas dez variáveis abióticas analisadas para macrófitas, observando o efeito da sazonalidade.

Test for effect called: SAZONALIDADE

Univariate F Test

Source	SS	df	MS	F	P
Anfíbia	0.110	1	0.110	0.381	0.542
			8.681	30	0.289
Emergente	0.022	1	0.022	0.039	0.844
			17.111	30	0.570
Anf. e Emerg.	0.025	1	0.025	0.083	0.775
			8.991	30	0.300
Flut.Fixa	0.004	1	0.004	0.172	0.681
			0.691	30	0.023
Flut.Livre	0.036	1	0.036	0.121	0.730
			8.978	30	0.299
Sub. Fixa	0.014	1	0.014	0.184	0.671
			2.349	30	0.078
Sub.livre ou Epífita	0.033	1	0.033	1.111	0.300
			0.904	30	0.030
Riqueza	0.058	1	0.058	0.054	0.819
			32.286	30	1.076
Freq. relativa	0.545	1	0.545	0.062	0.805
			262.459	30	8.749

Multivariate Test Statistic

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.901	0.230	10,21	0.990
Pillai Trace	0.099	0.230	10,21	0.990
Hotelling-Lawley Trace	0.110	0.230	10,21	0.990

Tabela 32. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas dez variáveis abióticas analisadas para macrófitas, observando o efeito temporal entre os meses de coleta.

Test for effect called: MESES DE COLETA

Source	SS	df	MS	F	P
Anfíbia	0.267	3	0.089	0.293	0.830
	8.523	28	0.304		
Emergente	0.445	3	0.148	0.249	0.861
	16.688	28	0.596		
Anf. ou Emerg.	0.322	3	0.107	0.346	0.793
	8.694	28	0.311		
Flut. Fixa	0.044	3	0.015	0.626	0.604
	0.651	28	0.023		
Flut. Livre	0.0411	3	0.137	0.446	0.722
	8.603	28	0.307		
Sub. Fixa	0.033	3	0.011	0.131	0.941
	2.330	28	0.083		
Sub.livre ou Epífita	0.067	3	0.022	0.718	0.550
	0.871	28	0.031		
Riqueza	0.867	3	0.289	0.257	0.856
	31.477	28	1.124		
Freq. relativa	7.285	3	2.428	0.266	0.849
	255.719	28	9.133		

Multivariate Test Statistics

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.419	0.648	30, 56	0.900
Pillai Trace	0.684	0.620	30, 63	0.924
Hotelling-Lawley Trace	1.149	0.676	30, 53	0.875

THETA	S	M	N	Prob
0.478	3	3.0	8.5	0.547

Tabela 33. Análise de variância multivariada (MANOVA), realizada sobre a matriz composta pelas dez variáveis abióticas analisadas para macrófitas, observando o efeito espacial entre os pontos de amostragem.

Test for effect called: PONTOS DE AMOSTRAGEM

Univariate F Tests

Source	SS	df	MS	F	P
Anfíbia	6.513	7	0.930	9.806	0.000
	2.277	24	0.095		
Emergente	13.633	7	1.948	13.352	0.000
	3.501	24	0.146		
Anf. ou Emerg.	6.359	7	0.908	8.205	0.000
	2.657	24	0.111		
Flut.Fixa	0.345	7	0.049	3.390	0.012
	0.349	24	0.015		
Flut.Livre	5.664	7	0.809	5.796	0.001
	3.350	24	0.140		
Sub. Fixa	1.598	7	0.228	7.161	0.000
	0.765	24	0.032		
Sub.livre ou Epífita	0.402	7	0.057	2.571	0.040
	0.536	24	0.022		
Riqueza	25.692	7	3.670	13.242	0.000
	6.652	24	0.277		
Freq. relativa	208.216	7	29.745	13.030	0.000
	54.788	24	2.283		

Multivariate Test Statistics

Statistic	Value	F-Statistic	df	Prob
Wilks' Lambda	0.001	3.355	70,94	0.000
Pillai Trace	3.825	2.530	70,147	0.000
Hotelling-Lawley Trace	19.280	3.659	70,93	0.000

THETA	S	M	N	Prob
0.896	7	1.0	6.5	0.002

ANEXO 2 – FIGURAS

<p><i>Acroceras</i> sp</p>	<p><i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.</p>	<p><i>Bacopa salzmännii</i> (Benth.) Wettst. Ex Edwall</p>

<p><i>Bacopa</i> sp</p>	<p><i>Brachiaria</i> sp</p>	<p><i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.</p>

<p><i>Cyperus distans</i> L.f.</p>	<p><i>Echinodorus tenellus</i> (Mart.) Buch</p>	<p><i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms</p>

Figura 57. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo, durante o período de estudo.

Figura 58. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo, durante o período de estudo.

<p><i>Hyptis atrorubens</i> Poit.</p>	<p><i>Irlbachia alata</i> (Aubl.) Maas</p>	<p><i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara</p>

<p><i>Ludwigia</i> sp1</p>	<p><i>Ludwigia torulosa</i></p>	<p><i>Lycopodium</i> sp.</p>

<p><i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl</p>	<p><i>Myriophyllum</i> sp</p>	<p><i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.</p>

Figura 59. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo no decorrer desse estudo

<i>Oldenlandia salzmanii</i>	<i>Panicum pernambucense</i> (Spreng.) Mez	<i>Panicum sp.</i>
<i>Pistia stratiotes</i> L.	<i>Pontederia cordata</i> L.	<i>Pontederia parviflora</i> Alexander
<i>Rynchantera grandiflora</i> (Aubl.) DC.	<i>Rynchantera novemnervia</i> DC.	<i>Rynchospora aurea</i>

Figura 60. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo no decorrer desse estudo

<p><i>Rynchospora corimbosa</i> (L.) Britton</p>	<p><i>Rynchospora sp.2</i></p>	<p><i>Salvinia auriculata</i> Aubl</p>

<p><i>Salvinia biloba</i> Raddi emend. De la Sota.</p>	<p><i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees</p>	<p><i>Syngonanthus sp.1</i></p>

<p><i>Urospatha sagittifolia</i> (Rudge) Schott</p>	<p><i>Utricularia gibba</i> L.</p>	<p><i>Wolffia brasiliensis</i> Weed.</p>

Figura 61. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo no decorrer desse estudo

<p><i>Wolffia brasiliensis</i> Weed.</p>	<p><i>Xanthosoma striatipes</i> (Kunth & Bouché) Mad</p>	<p><i>Xyris</i> sp1</p>

<p><i>Xyris</i> sp1</p>	<p><i>Xyris</i> sp2</p>	<p><i>Xyris</i> sp3</p>

Figura 62. Ilustração de algumas macrófitas identificadas no reservatório do Lobo no decorrer desse estudo