

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

CLARISSE TEIXEIRA ADLOFF SERPE

**ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM QUATRO RESERVATÓRIOS DO RIO IGUAÇU**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2014

CLARISSE TEIXEIRA ADLOFF SERPE

**ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM QUATRO RESERVATÓRIOS DO RIO IGUAÇU**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em Ciências Ambientais”- Área de Concentração: Tecnologias e Processos Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César Rodrigues de Azevedo.

CURITIBA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S486a Serpe, Clarisse Teixeira Adloff
2014 Análise da composição e abundância da comunidade
fitoplantônica em quatro reservatórios do rio Iguaçu /
Clarisse Teixeira Adloff Serpe.-- 2014.
180 f.: il.; 30 cm

Texto em português, com resumo em inglês
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciência
e Tecnologia Ambiental, Curitiba, 2014
Bibliografia: f. 123-136

1. Água - Qualidade. 2. Reservatórios - Iguaçu, Rio
(PR) - Estudo de casos. 3. Fitoplancto de água doce.
4. Plantas de água doce. 5. Cianobactéria. 6. Físico-química.
7. Ecologia dos reservatórios. 8. Tecnologia ambiental
- Dissertações. I. Azevedo, Júlio César Rodrigues de, orient.
II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa
de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental.
III. Título.

CDD 22 -- 363.7

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº033/2014

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM QUATRO RESERVATÓRIOS DO RIO IGUAÇU

por

CLARISSE TEIXEIRA ADLOFF SERPE

Dissertação apresentada às 8 horas 30 minutos do dia 12 de maio de 2014, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, na área de concentração Tecnologias e Processos Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Júlio César Rodrigues de Azevedo (Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação
Universidade Estadual da Paraíba

Prof^a. Dr^a. Adriane Martins de Freitas
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Visto da Coordenação:

Prof. Dr. Thomaz Aurélio Pagioro
Coordenador do PPGCTA

À minha família, pelo amor, carinho, e apoio e por serem o meu porto seguro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que é o autor e consumidor de todas as coisas, por ter me dado forças para continuar mesmo diante de obstáculos que pareciam intransponíveis.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da UTFPR pelo conhecimento transmitido.

Ao meu orientador Prof. Dr. Júlio César Rodrigues de Azevedo pela dedicação, paciência em muitos momentos, orientação do trabalho e pelos conhecimentos transmitidos.

À Prof. Dr^a. Adriane Martins de Freitas pelo grande incentivo, valiosas sugestões e correções da dissertação.

Ao Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa, Vice-Reitor da Universidade Estadual da Paraíba pelo apoio, pela oportunidade de estágio no laboratório de fitoplâncton, e pelas valiosas correções e sugestões da dissertação.

À Dra. Janiele Vasconcelos pela calorosa recepção na semana em que estive na UEPB, e pelos preciosos ensinamentos sobre fitoplâncton.

Agradeço à minha família pelo amor e apoio em todos os momentos, mãe, pai, binha, kakai, Tiago, Thiago, Assis e Érica.

Agradeço à Kakai, pela ajuda na edição dos mapas e apoio em todos os momentos.

Agradeço à Binha pelo apoio incondicional nos momentos mais cruciais.

Agradeço pelo amor e apoio incondicional da minha mãe e irmãos nos momentos mais difíceis dessa trajetória.

Agradeço à Thiago Marinho pela amizade e por todas as horas que pacientemente me ajudou na resolução dos problemas.

Agradeço ao Prof. Dr. Francisco de Assis Vale Cavalcante Filho, professor da Universidade Federal da Paraíba pela amizade e pela ajuda no momento crucial da conclusão desse trabalho, e pela tradução do resumo para o inglês.

Ao Prof. Dr. Thomaz Aurélio Pagioro, Coordenador do programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio na realização deste trabalho.

Ao grupo de pesquisa do LEAQUA pelo fornecimento de maior parte dos dados químicos.

À Thalita e Alejandra pelo apoio e momentos de descontração no laboratório.

À Carla pelos momentos de descontração no laboratório e nas coletas, pelos ensinamentos e grande ajuda em muitos momentos difíceis, sempre disposta a ajudar e ensinar.

Ao Maurícius por toda ajuda e apoio no laboratório e nas coletas.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela estrutura disponibilizada para realização deste trabalho.

Agradeço à CAPES pelo auxílio financeiro.

Agradeço ao CNPq e a Fundação Araucária pela disponibilização dos recursos.

E à todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

ADLOFF-SERPE, Clarisse T. Análise da composição e abundância da comunidade fitoplanctônica em quatro reservatórios do rio Iguaçu. 2014. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

O conhecimento das alterações ecológicas em um reservatório é de grande relevância para estudos de impacto ambiental e de avaliação de qualidade da água, sobretudo, o conhecimento da estrutura da comunidade fitoplanctônica, que têm uma importância fundamental dentro dos ecossistemas aquáticos, pois respondem de forma rápida às mudanças físicas e químicas da água, e contribuem de forma acentuada para a produção de matéria orgânica. O objetivo deste trabalho foi analisar a composição e abundância da comunidade fitoplanctônica sob influência das variáveis abióticas dentro de um eixo longitudinal em quatro reservatórios em cascata destacando a importância das populações de cianobactérias. Localizados no estado do Paraná, os reservatórios das Hidrelétricas do rio Iguaçu; Foz do Areia, Salto Segredo, Salto Santiago e Salto Caxias foram escolhidos como área de estudo porque recebem alta carga de nutrientes de origem antrópica, com elevadas concentrações de fósforo e nitrogênio, e como consequência, a formação de frequentes florações. Para realização do estudo foram coletadas amostras para análise das variáveis abióticas e bióticas em doze pontos no reservatório de Foz do Areia, e em nove pontos nos demais reservatórios (Segredo, Santiago e Caxias), distribuídos da seguinte forma: três na região fluvial, três na intermediária e três na região lacustre, nos meses de novembro de 2012, fevereiro de 2013 e outubro de 2013. As amostras qualitativas de fitoplâncton foram coletadas através de uma rede de plâncton, e as quantitativas foram coletadas diretamente do ambiente. Todas as amostras foram fixadas imediatamente. A identificação das espécies foi realizada com o auxílio de um microscópio comum, enquanto a contagem dos indivíduos foi realizada utilizando câmara de sedimentação tubular em microscópio invertido. Foram feitas análises dos parâmetros físicos e químicos da água. Durante o período estudado foram registrados 232 táxons no total que pertenceram a 10 classes. As cianobactérias foram dominantes nos quatro reservatórios estudados, sendo responsável pelas florações ocorridas, principalmente sob influência das densidades de *Microcystis aeruginosa* e *Sphaerocavum brasiliense* nos reservatórios de Foz do Areia e Salto Segredo, nos meses de novembro de 2012 e fevereiro de 2013. A dominância de cianobactérias associadas à elevada temperatura e concentração de nutrientes nos reservatórios, mostram que o rio Iguaçu está passando por um intenso processo de degradação ambiental, que pode ameaçar a integridade das comunidades biológicas e causar sérios danos à saúde do ecossistema como um todo.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Florações. Qualidade da Água. Reservatórios de Hidrelétricas.

ABSTRACT

ADLOFF-SERPE, Clarisse T. Analysis of the composition and abundance of phytoplankton in four reservoirs of the Iguazu River. 2014. 180 f. Dissertation (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

Knowledge of ecological changes in a reservoir is of great relevance to the study environmental impact and of the water quality, especially the knowledge of phytoplankton community structure, that has a role important in aquatic ecosystems, which respond quickly to physical and chemical changes of the water, and markedly contribute to the production of organic matter. The objective of this work was to analyze the composition and abundance of phytoplankton under the influence of abiotic variables along a longitudinal axis in four reservoirs in a cascade system, emphasizing the importance of cyanobacteria populations. Located in the state of Parana, the reservoirs of hydroelectric stations of the Iguazu River, namely, Foz do Areia, Salto Segredo, Salto Caxias and Salto Santiago, were chosen as the study area because they receive high nutrient load of anthropogenic origin, which contributes to increased concentrations of nitrogen and phosphorus, and consequently the formation of frequent blooms. To conduct this study were collected samples for analysis of abiotic and biotic variables in twelve points in the reservoir of Foz do Areia and nine points in the other reservoirs (Segredo, Santiago e Caxias), distributed as follows: three in river region, three in the intermediate region and three in the lake region, in November 2012, February 2013 and October 2013. Qualitative samples of phytoplankton were collected through a plankton net, and quantitative were collected directly from the environment. All samples were fixed immediately. The identification of the species was made with the aid of a common microscope, while the phytoplankton counting was made tubular sedimentation chamber using an inverted microscope. Analysis of physical and chemical parameters of water were made. During the study period, a total of 232 taxa were recorded that belonged to 10 classes. The cyanobacteria were dominant in the four reservoirs studied, being responsible for blooms occurred mainly under the influence of *Microcystis aeruginosa* and *Sphaerocavum brasiliense* densities in the reservoirs in Foz do Areia and Salto Segredo in November 2012 and February 2013. The dominance of cyanobacteria associated with high temperature and nutrient concentration in the reservoirs, show that the Iguazu River is undergoing an intense process of environmental degradation, which can threaten the integrity of biological communities and cause serious damage to the health of the ecosystem as a whole.

Keywords: Phytoplankton. Blooms. Water Quality. Hydroelectric Reservoirs.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Localização dos reservatórios do rio Iguaçu (A), e distribuição dos pontos de amostragem: de Foz do Areia (B), Salto Segredo (C), Salto Santiago (D), e Salto Caxias (E)..... 31
- Figura 2: Distribuição horizontal das concentrações de nutrientes por ponto de coleta no reservatório de Foz do Areia. COD (A), P-total e P-PO₄³⁻ (B), N-total e N-org (C), NO₂⁻ e NO₃⁻ (D), N-amoniaco (E) e em µg.L⁻¹. C1 = novembro de 2012; C2 = fevereiro de 2013; C3 = outubro de 2013..... 43
- Figura 3 Número de táxons representados por classe registrados em novembro de 2012 (coleta1), fevereiro de 2013 (coleta 2) e outubro de 2013 (coleta 3) no reservatório de Foz do Areia. 46
- Figura 4: Representação da distribuição horizontal da densidade fitoplanctônica separado por classe encontrados no reservatório de Foz do Areia nos três períodos amostrados; novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C). 48
- Figura 5: Contribuição dos táxons mais abundantes para densidade fitoplanctônica total encontrados nos três períodos de coleta (nov/12, fev/13, e out/13) no reservatório de Foz do Areia. 49
- Figura 6: Distribuição horizontal das densidades de *Microcystis aeruginosa* e *Pseudanabaena mucicola* indicando a relação entre as duas populações registradas nos meses de novembro de 2012 (A) e fevereiro de 2013 (B) no reservatório de Foz do Areia..... 50
- Figura 7: Concentração de clorofila nos pontos de amostragem em novembro de 2012 (C1), fevereiro de 2013 (C2), outubro de 2013 (C3)..... 51
- Figura 8: Índices de diversidade (H') (A) e equitabilidade (B) representados por ponto de coleta nos três períodos estudados no reservatório de Foz do Areia: nov/12, fev/13 e out/13..... 53
- Figura 9: Distância Euclidiana obtida nos pontos amostrados com base nos dados de densidade dos táxons encontrados em novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C) no reservatório de Foz do Areia. 55
- Figura 10: Associação entre as variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Foz do Areia comparando os três períodos estudados; novembro de 2012, fevereiro de 2013 e outubro de 2013, utilizando análise de componentes principais 1 e 2. (A) - Densidade das espécies mais abundantes e variáveis físicas e químicas. (B) - Pontos do reservatório em cada período amostrado. Abreviações: Fito.=densidade fitoplanctônica total, *Ceratium hirundinella*=*C. hirund.*, Cloro-a=clorofila-a, Turb.=turbidez, Alcal.=alcalinidade, Condu.=condutividade, e Temp. H₂O=temperatura da água. 57
- Figura 11: Distribuição horizontal por ponto de coleta das concentrações dos nutrientes no reservatório de Segredo: COD (A), P-total e P-PO₄³⁻ (B), NO₂⁻ e NO₃⁻ (C) N-total e N-org, (D), e (E) N-NH₃ em µg.L⁻¹. C1 = novembro de 2012; C2 = fevereiro de 2013, e C3= outubro de 2013..... 63

Figura 12: Número de táxons representados por classe registrados nos períodos de novembro de 2012 (coleta1), fevereiro de 2013 (coleta 2) e outubro de 2013 (coleta 3) no reservatório de Segredo.....	66
Figura 13: Contribuição dos táxons mais abundantes para densidade fitoplanctônica total encontrados nos três períodos de coleta (nov/12, fev/13, e out/13) no reservatório de Segredo.....	68
Figura 14: Representação da distribuição horizontal da densidade fitoplanctônica separado por classe encontrados no reservatório de Segredo nos três períodos amostrados; novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C).	70
Figura 15: Concentração de clorofila-a nos pontos de amostragem em novembro de 2012 (C1), fevereiro de 2013 (C2), outubro de 2013 (C3) no reservatório de Segredo.....	72
Figura 16: Índices de diversidade (H') (A) e equitabilidade (E1) (B) encontrados no reservatório de Segredo representados por ponto de coleta nos três períodos estudados: nov/12, fev/13 e out/13.	74
Figura 17: Distância Euclidiana obtida nos pontos amostrados com base nos dados de densidade dos táxons encontrados em novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C) no reservatório de Segredo.	76
Figura 18: Associação entre as variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Segredo comparando os três períodos estudados; novembro de 2012, fevereiro de 2013 e outubro de 2013, utilizando análise dos componentes principais 1 e 2. (A) - Densidade das espécies mais abundantes e variáveis físicas e químicas. (B) - Pontos do reservatório de Segredo em cada período amostrado. Abreviações; Fito.=densidade fitoplanctônica total, <i>Ceratium hirundinella</i> = <i>C.hirund.</i> , Cloro-a=clorofila-a, Turb.=turbidez, Alcal.=alcalinidade, Condu.=condutividade, e Temp. H ₂ O=temperatura da água.	78
Figura 19: Distribuição horizontal das concentrações dos nutrientes por ponto de coleta no reservatório de Santiago: COD (A), P-total e P-PO ₄ ³⁻ (B), NO ₂ ⁻ e NO ₃ ⁻ (C) N-total e N-org, (D), N-NH ₃ (E) e em µg.L ⁻¹ . C1 = novembro de 2012; C2 = fevereiro de 2013, e C3= outubro de 2013.....	83
Figura 20: Número de táxons representados por classe registrados em novembro de 2012 (coleta1), fevereiro de 2013 (coleta 2) e outubro de 2013 (coleta 3) no reservatório de Santiago.	85
Figura 21: Contribuição dos táxons mais abundantes para densidade fitoplanctônica total encontrados nos três períodos de coleta (nov/12, fev/13, e out/13) no reservatório de Santiago.	88
Figura 22: Representação da distribuição horizontal da densidade fitoplanctônica separado por classe encontrada no reservatório de Santiago nos três períodos amostrados: novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C).	90
Figura 23: Concentração de clorofila registrada nos pontos de amostragem em novembro de 2012 (C1), fevereiro de 2013 (C2), outubro de 2013 (C3) no reservatório de Santiago.	91
Figura 24: Índices de diversidade (H') (A) e equitabilidade (E1) (B) representados por ponto de coleta nos três períodos estudados no reservatório de Santiago: nov/12, fev/13 e out/13.	93

Figura 25: : Dendograma da matriz de distância Euclidiana entre os pontos, representando a comunidade fitoplanctônica nos períodos de novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C) no reservatório de Santiago.....	95
Figura 26: Associação entre as variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Santiago comparando os três períodos estudados; novembro de 12, fevereiro de 2013 e outubro de 2013, utilizando análise dos componentes principais 1 e 2. (A) - Densidade das espécies mais abundantes e variáveis físicas e químicas. (B) - Pontos do reservatório em cada período amostrado. Abreviações; Fito.=densidade fioplanctônica total, <i>Ceratium hirundinella</i> = <i>C. hirund.</i> , Cloro-a=clorofila-a, Turb.=turbidez, Alcal.=alcalinidade, Condut.=condutividade, e Temp. H ₂ O=temperatura da água.	97
Figura 27: Distribuição horizontal por ponto de coleta no reservatório de Caxias das concentrações dos nutrientes; COD (A), P-total e P-PO ₄ ³⁻ (B), N-total e N-org (C), NO ₂ ⁻ e NO ₃ ⁻ (D), e N-amoniacoal (E). C1 = novembro de 2012, C2 = fevereiro de 2013, e C3= outubro de 2013.....	102
Figura 28: Número de táxons representados por classe registrados em novembro de 2012 (coleta1), fevereiro de 2013 (coleta 2) e outubro de 2013 (coleta 3) no reservatório de Caxias.	104
Figura 29: Contribuição dos táxons mais abundantes para densidade fitoplanctônica total encontrados nos três períodos de coleta (nov/12, fev/13, e out/13) no reservatório de Caxias.	106
Figura 30: Representação da distribuição horizontal da densidade fitoplanctônica separado por classe encontrados no reservatório de Caxias nos três períodos amostrados; novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C).108	
Figura 31: Concentração de clorofila nos pontos de amostragem em novembro de 2012 (C1), fevereiro de 2013 (C2), outubro de 2013 (C3).....	109
Figura 32: Índices de diversidade (H') (A) e equitabilidade (E1) (B) representados por ponto de coleta nos três períodos estudados no reservatório de Caxias: nov/12, fev/13 e out/13.....	111
Figura 33: Distância Euclidiana obtida nos pontos amostrados com base nos dados de densidade dos táxons encontrados em novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013, e outubro de 2013 (C) no reservatório Caxias.....	113
Figura 34: Associação entre as variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Salto Caxias comparando os três períodos estudados; novembro de 12, fevereiro de 2013 e outubro de 2013, utilizando análise dos componentes principais 1 e 2. (A) - Densidade das espécies mais abundantes e variáveis físicas e químicas. (B) - Pontos do reservatório em cada período amostrado. Abreviações; Fito.=densidade fioplanctônica total, <i>Ceratium hirundinella</i> = <i>C. hirund.</i> , Cloro-a=clorofila-a, Turb.=turbidez, Alcal.=alcalinidade, Condut.=condutividade, e Temp. H ₂ O=temperatura da água.	115
Figura 35: Distribuição horizontal das variáveis: densidade fitoplanctônica total e clorofila-a em nov/12 (A), densidade fitoplanctônica total e P-total em nov/12 (B), densidade fitoplanctônica total e clorofila-a em fev/13 (C), densidade fitoplanctônica total e P-total em fev/13 (D).....	118
Figura 36: Distribuição horizontal das variáveis: densidade fitoplanctônica total e clorofila-a em out/13 (A), densidade fitoplanctônica total e P-total em out/13 (B). 120	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Métodos utilizados para análise dos nutrientes.....	33
Tabela 2: Classificação dos tipos de reservatórios a partir da concentração de nutrientes.....	34
Tabela 3: Concentração de clorofila-a em diferentes tipos de lagos e reservatório.	36
Tabela 4: Variáveis abióticas encontradas no reservatório de Foz do Areia durante o período de estudo.	39
Tabela 5: Concentrações de nutrientes analisados no reservatório de Foz do Areia durante o período estudado.	42
Tabela 6: Concentrações das variáveis abióticas encontradas no reservatório de Segredo durante o período estudo.....	60
Tabela 7: Concentrações de nutrientes analisados no reservatório de Segredo durante o período estudado.	61
Tabela 8: Variáveis abióticas encontradas no reservatório de Santiago durante o período de estudo.	79
Tabela 9: Concentrações de nutrientes analisados no reservatório de Santiago durante o período estudado.	81
Tabela 10: Variáveis abióticas encontradas no reservatório de Caxias durante o período de estudo.	99
Tabela 11: Concentrações de nutrientes analisados no reservatório de Caxias durante o período estudado.	100

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 RESERVATÓRIOS	18
3.2 FITOPLÂNCTON	20
3.2.1 Cianobactérias	22
3.2.2 Fitoplâncton em Reservatórios de Hidrelétricas Brasileiros	24
4 METODOLOGIA	29
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	29
4.1.1 Período e Distribuição dos Pontos de Amostragem.....	30
4.2 AMOSTRAGEM DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS	32
4.3 AMOSTRAGEM DAS VARIÁVEIS BIOLÓGICAS	32
4.4 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	33
4.5 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS BIOLÓGICAS.....	34
4.3 APLICAÇÃO DE ÍNDICES ECOLÓGICOS	36
4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 RESERVATÓRIO DE FOZ DO AREIA.....	38
5.1.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água.....	38
5.1.2 Comunidade Fitoplanctônica	44
5.1.2.1 Composição Fitoplanctônica	44
5.1.2.2 Biomassa Fitoplanctônica	46
5.1.2.3 Concentração de Clorofila-a.....	50
5.1.2.4 Índices de Diversidade e Equitabilidade.....	52
5.1.3 Análise Estatística dos Dados	53
5.1.3.1 Análise de Agrupamento	53
5.1.3.2 Análise de Componentes Principais (ACP) – Ordenação das Variáveis Bióticas e Abióticas	55
5.2 RESERVATÓRIO DE SEGREDO.....	58
5.2.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água.....	58
5.2.2 Comunidade Fitoplanctônica	64

5.2.2.1 Composição Fitoplanctônica	64
5.2.2.2 Biomassa Fitoplanctônica	66
5.2.2.3 Concentração de Clorofila-a	71
5.2.2.4 Índices de Diversidade e Equitabilidade	72
5.2.4 Análise Estatística dos Dados.....	74
5.2.4.1 Análise de Agrupamento	74
5.2.4.2 Análise de Componentes Principais (ACP) – Ordenação das Variáveis Bióticas e Abióticas.....	77
5.3 RESERVATÓRIO DE SANTIAGO	79
5.3.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água.....	79
5.3.2 Comunidade Fitoplanctônica.....	84
5.3.2.1 Composição Fitoplanctônica	84
5.3.2.2 Biomassa Fitoplanctônica	86
5.3.2.3 Concentração de Clorofila-a	90
5.3.3 Índices de Diversidade e Equitabilidade.....	92
5.3.4 Análise Estatística dos Dados.....	94
5.3.4.1 Análise de Agrupamento	94
5.3.4.2 Análise de Componentes Principais (ACP) – Ordenação das Variáveis Bióticas e Abióticas.....	96
5.4 RESERVATÓRIO DE CAXIAS.....	98
5.4.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água.....	98
5.4.2 Comunidade Fitoplanctônica.....	103
5.4.2.1 Composição Fitoplanctônica	103
5.4.2.2 Biomassa Fitoplanctônica	104
5.4.2.3 Concentração de Clorofila-a	108
5.4.2.4 Índice de diversidade e equitabilidade	109
5.4.3 Análise Estatística dos Dados.....	111
5.4.3.1 Análise de Agrupamento	111
5.4.3.2 Análise de Componentes Principais (ACP) – Ordenação das Variáveis Bióticas e Abióticas.....	114
5.5 Reservatórios em Sistema de Cascata	116
6 CONCLUSÃO	121
REFERÊNCIAS.....	123
APÊNDICES	137

1 INTRODUÇÃO

A importância da água para as sociedades humanas e a necessidade de conhecer o quanto há de disponibilidade, faz-se necessário colocar um valor sobre os recursos hídricos e os ecossistemas que mantêm o seu equilíbrio, a fim de entender como a ecologia dos ecossistemas aquáticos afeta este valor (DODDS e WHILES, 2010).

A hidrologia no passado, recebia um enfoque voltado para o controle de eventos catastróficos e suprimento de água. Atualmente fala-se em ecohidrologia, que é o estudo das relações funcionais entre hidrologia e biota, e usada como ferramenta do uso sustentável dos recursos hídricos. A ecologia funcional e integrada têm sido cada vez mais estudada com o intuito de entender os fatores e processos interativos para a conservação criativa e integrada dos recursos aquáticos (MORAES, 2009).

A civilização atual apresenta um elevado padrão de consumo que exige enorme quantidade de energia para que o sistema não entre em desequilíbrio, em consequência, esse nível é mantido com um intenso consumo energético extraído a partir do ambiente, sendo uma das principais fontes o petróleo, que é dispendioso e causam um enorme impacto no meio ambiente. Visando a sustentabilidade, uma das mais importantes alternativas para a produção de energia renovável sem dúvida é a energia hidrelétrica (SPERLING; 2012).

Segundo Kalff (2003), os reservatórios de grande volume são construídos principalmente para geração de energia, em regiões baixas, de elevada precipitação, onde a fração do escoamento retido temporariamente da barragem cresce rapidamente. Devido à retenção de água, os nutrientes são acumulados à montante dos reservatórios, e causam um impacto negativo na bacia do rio principal, alterando a biota aquática, e em muitos casos pode ser deletério para o ambiente e o bem estar humano (BAXTER, 1985).

Os reservatórios que são parte integrante dos sistemas lóticos, apresentam um gradiente longitudinal na morfologia do canal, velocidade de fluxo, temperatura da água, tipo de substrato, e nas comunidades biológicas, no entanto, devido a característica híbrida rio-lago, os reservatórios possuem gradientes verticais e horizontais de fatores abióticos que controlam a produtividade fitoplanctônica em um

continuum rio-barragem, onde podem ser distinguidas as zonas de rio, de transição, e lacustre (THORNTON, 1990, WETZEL, 2001). A medida que o fluxo de água direciona-se para a barragem, as características fluviais; de maior mistura da coluna d'água, menor tempo de residência da água, e elevado nível de nutrientes se modificam, passando a apresentar gradativamente uma diminuição do fluxo e aumento do tempo de residência da água, diminuição das concentrações de nutrientes e da turbidez abiogênica, onde a zona intermediária reúne as características mais favoráveis para o florescimento do fitoplâncton. Já os gradientes verticais que são ocasionados pela variação dos parâmetros físicos e químicos na coluna d'água, têm influência direta na distribuição do fitoplâncton, e segundo Calijuri *et al.*, (2002), o principal fator controlador da variação da composição de espécies é a instabilidade física na coluna d'água, além deste, há a influência dos outros fatores abióticos, e dos fatores bióticos, tais como: camada de mistura, luminosidade subaquática, temperatura, nutrientes, substâncias tóxicas, microorganismos heterotróficos, agentes patogênicos, parasitas e herbívoros.

O fitoplâncton é um importante componente da biocenose de sistemas límnicos, pois são a base da cadeia trófica e realizam importante papel de ciclagem de nutrientes e transferência de energia no ecossistema aquático, e por se tratar de microorganismos altamente suscetíveis às influências de mudanças globais e locais, tais como micronutrientes, temperatura da poluição ou invasão de espécies, o estudo da estrutura da comunidade fitoplanctônica é uma importante ferramenta para indicar o nível de qualidade da água (CARDOSO *et al.* 2013).

A biomassa e composição de espécies em reservatórios depende de uma combinação complexa de fatores bióticos e abióticos (DANTAS, *et al.*, 2012). Fatores como, micronutrientes, hidrologia, interações entre outras comunidades biológicas, procedimentos operacionais, decisões de gerenciamento, mudanças climáticas são importantes fatores na regulação do fitoplâncton em reservatórios, no entanto, o fósforo e o nitrogênio têm sido historicamente considerados os principais condutores de eutrofização (CUNHA, *et al.* 2013).

A entrada de nutrientes em excesso contidas em esgotos domésticos e industriais no sistema aquático resulta em eutrofização artificial, e têm como consequência a proliferação de algas e macrofitas aquáticas. O meio entra em desequilíbrio, com oscilações bruscas entre o crescimento e mortalidade de algas e macrofitas devido à incapacidade do decompô-lo, dissipar ou assimilar essa

carga de esgoto excessiva, e devido à continuidade do processo, a matéria orgânica é acumulada nas regiões mais profundas, causando o aumento do metabolismo de bactérias. Sistemas aquáticos com estas características apresentam mortalidade de peixes e outros organismos, causados pela falta ou diminuição do oxigênio, pelas toxinas de algumas cianobactérias ou outros compostos tóxicos resultantes da atividade microbiana anaeróbica, que são prejudiciais à biota e à saúde humana (SOARES, 2009).

O processo de eutrofização promove principalmente o crescimento das populações de cianobactérias, que são indicadas como as principais responsáveis pelas florações ocorridas em lagos e reservatórios (MANAGE *et al.* 1999; CALIJURI *et al.*, 2002; COSTA *et al.*, 2006; BECKER *et al.*, 2010). Além da principal influência da elevada concentração de nutrientes em ambientes com dominância de cianobactérias, outros fatores podem estar associados como; baixa turbulência, pouca luminosidade, baixa proporção entre zona eufótica e zona de mistura e elevada temperatura (WANG *et al.*, 2011). A quantificação e identificação das cianobactérias nos recursos hídricos são de grande relevância para programas de monitoramento que podem prever a partir destes dados o início de florações potencialmente tóxicas (FERREIRA, *et al.*, 2005).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a composição e abundância da comunidade fitoplanctônica sob influência das variáveis abióticas dentro de um gradiente longitudinal em quatro reservatórios em cascata, destacando a importância das populações de cianobactérias .

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a estrutura espacial da composição e abundância do fitoplâncton;
- Analisar a influência das variáveis abióticas na estruturação da comunidade fitoplanctônica;
- Identificar espécies de fitoplâncton potencialmente indicadoras de condições ambientais, destacando as cianobactérias.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 RESERVATÓRIOS

Os reservatórios são formados por barramentos do fluxo natural do rio que formam na região da barragem uma profunda zona lacustre que apresenta maior tempo de residência da água em consequência e aumento o nível de água das bacias de drenagem dos rios e córregos, assim a maioria dos reservatórios apresenta uma forma dentrítica (DODDS e WHILES, 2010).

Os lagos artificiais podem apresentar variações de acordo com a região e a natureza da drenagem, sendo geralmente caracterizados pelo nível variável da água e pela forte turvação (ODUM, 2004). Geralmente apresentam baixo tempo de residência (por volta de dois anos) e são considerados como um estágio intermediário entre ambientes lóticos e lênticos (THORNTON *et al.*, 1990; ESTEVES, 1998).

Esses sistemas apresentam uma morfologia linear comum de vale de rio, as áreas de drenagem, apresentando diversos padrões fisiológicos e biológicos distintos ao longo do comprimento do reservatório (WETZEL, 2001).

Os padrões geomorfológicos dos reservatórios influenciam fortemente suas características limnológicas. Os padrões de mesoescala ocorrem ao nível de reservatório individual e são influenciados pela hidrologia, morfometria e meteorologia. É a interação entre estes gradientes de forma hierárquica com cascatas do nível geológico para o nível de mesoescala que influenciam a limnologia dos reservatórios. (THORNTON, 1990).

É improvável discutir aspectos ambientais em reservatórios sem falar das características limnológicas intrínsecas do ambiente à que pertencem. Os grandes rios ao longo do seu curso, desde a nascente até a foz, corta distintas paisagens onde a sua heterogeneidade espacial influenciam nas características físicas, químicas e biológicas que vão modificando gradativamente, formando um sistema contínuo. O conceito de sistema contínuo em rios foi proposto por Vannote *et al.* em 1980, com o objetivo de prever a integração das características biológicas dos

sistemas de águas fluviais com o ambiente físico-geomórfico, sendo desenvolvido para discutir especialmente ecossistemas naturais, mas o modelo mostrou acomodações de muitos ambientes artificial com relativo grau de enriquecimento e poluição orgânica e a alteração na qualidade e quantidade de transporte pelo represamento e alta carga de sedimentação. Sob outra ótica Ward e Stanford (1995), apontaram que a regulação do fluxo por barramento perturba os sistemas naturais a jusante do rio através da redução dos picos de cheias que ocorrem naturalmente nas planícies de inundação alterando o regime de fluxo e temperaturas anuais e medições de inúmeras variáveis que afetam a heterogeneidade e sucessão dos habitats prejudicando o equilíbrio ecológico dos rios de várzeas. Através dessas foi proposto um Conceito de Descontinuidade em Série (CDS). Por outro lado, Barbosa *et al.* (1999) propôs o Conceito de Contínuo de reservatórios em cascata (CCRC), que indicam existir uma interconecção entre os processos ecológicos nos reservatórios em sistemas de cascata, onde o objeto de estudo foi o sistema de reservatórios em cascata do Rio Tietê, e afirmou que a qualidade da água e a estrutura e composição das comunidades de fitoplâncton são consideravelmente influenciadas pelo sistema de reservatórios em cascata, mas constatou através dos resultados obtidos que alguns processos operam em todo o rio contínuo. A principal constatação foi que a biomassa fitoplanctônica e clorofila são aumentadas no primeiro reservatório e vão decrescendo a medida que desce a cascata, evidenciando assim a continuidade no sistema.

No Brasil, os reservatórios são formados pelo represamento de rios para atender às demandas da população, como o abastecimento de água, obtenção de energia elétrica, irrigação, navegação, recreação, entre outros (ESTEVES, 1998). Entretanto, a construção de reservatórios não traz apenas benefícios às populações humanas uma vez que, após sua construção, uma série de impactos é iniciada nas bacias hidrográficas onde os reservatórios estão localizados (OLIVEIRA *et al.*, 2008), tais como: inundações de áreas florestais e agrícolas causando alterações físicas e químicas da água, ameaças à fauna e flora circundantes, aumento da eutrofização, proliferação de macrófitas aquáticas e inundação de moradias em torno da represa (ESTEVES, 1998).

O Brasil é um dos países mais ricos em recursos hídricos e dispõe do recurso água em abundância, distribuídos principalmente em rios que se tornam um grande potencial para aproveitamento hidrelétrico, e por isso o parque hidrelétrico

brasileiro é considerado um dos maiores do mundo, produzindo cerca de 97% de toda energia elétrica utilizada no Brasil (REBOUÇAS *et al.*, 2006), e 17% desta energia consumida é produzida pela hidrelétrica de Itaipu, que é considerada a maior hidrelétrica do mundo, localizada no Estado do Paraná fazendo divisa com o Paraguai e Argentina (Itaipu Binacional).

Toda essa energia gerada depende principalmente do volume de água recebidos do rio Paraná, que têm como um dos principais afluentes o rio Iguaçu. O rio Iguaçu é o maior do estado do Paraná, sendo formado pelo encontro dos rios Irai e Atuba na região leste do município de Curitiba, originados na Serra do Mar. Próximo à sua nascente, na região metropolitana de Curitiba, há a maior concentração populacional e de atividades industriais. Já no interior do estado predominam as atividades agropecuárias (SEMA, 2010).

O corpo principal do rio Iguaçu e alguns dos seus afluentes estão em péssimas condições recebe alta carga de nutrientes de origem antrópica em regiões próximas à cidade de Curitiba, contribuindo para o aumento nas concentrações de nitrogênio e fósforo, e como consequência pode levar ao desequilíbrio da biota aquática (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – SEMA, 2009).

Segundo Pinto-Coelho *et al.* (1999), o aumento das atividades antrópicas de alto impacto, como o lançamento de esgotos e ocupação desordenada do solo pela urbanização, agricultura e pecuária nas margens de reservatórios e rios, têm levado ao enriquecimento excessivo de nutrientes nesses ambientes, em especial de fósforo e nitrogênio, produzindo o efeito conhecido como eutrofização.

Além do impacto causado pelas atividades humanas no entorno dos cursos dos rios e reservatórios a própria construção de hidrelétricas gera profundos impactos negativos como; mudanças na qualidade da água, perda de patrimônio genético, fragmentação dos ecossistemas de rios e alterações climáticas (SPERLING; 2012).

3.2 FITOPLÂNCTON

Em todos os ambientes aquáticos, sejam de águas continentais ou oceânicas, a comunidade fitoplanctônica é a que responde mais rápido às mudanças

do ambiente, promovendo a transferência de energia e ciclagem de nutrientes. Assim, as microalgas exercem um papel fundamental no ecossistema aquático, contribuindo acentuadamente para a produção de matéria orgânica, na qual é necessária para a sobrevivência dos organismos zooplanctônicos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008), sendo a base da cadeia trófica aquática.

A investigação do desenvolvimento das populações de fitoplâncton em corpos aquáticos é essencial para o entendimento do funcionamento biológico e detecção de mudanças que ocorrem nos rios, lagos e reservatórios (HÖTZEL; CROOME, 1999), tornando-se uma importante ferramenta em trabalhos de monitoramento e avaliação ambiental dos corpos aquáticos. O valor das microalgas como biomonitoras e bioindicadoras já são estudados desde o século XIX, principalmente com o intuito de estudar sistema poluídos (DOKULIL, 2003).

A produção fitoplanctônica e a associação de espécies têm tido uma função importante como indicadores de qualidade de água, embora as condições tróficas dos corpos aquáticos sejam determinadas principalmente pela concentração de nutrientes (SILVA *et al.*, 2004).

Em reservatórios, a caracterização da estrutura trófica é difícil de ser determinada em decorrência da heterogeneidade espacial e temporal dos fatores físicos, químicos e biológicos. Modelos que relacionam abundância fitoplanctônica à concentração de nutrientes, considera a que o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica geralmente é controlado pela disponibilidade de fósforo e nitrogênio, no entanto, outros fatores não relacionados a esta disponibilidade podem determinar as taxas de produtividade (TRAIN *et al.*, 2005).

É necessário levar em consideração, além das variações temporais, os gradientes longitudinais, os gradientes verticais da coluna d'água e os laterais (PAGIORO *et al.*, 2005). O padrão longitudinal da comunidade planctônica são afetados diretamente pelas interações complexas entre a geomorfologia do canal, nutrientes, tempo de retenção da água e variação da radiação em grandes sistemas fluviais, incluindo os sistemas represados (SABATER *et al.*, 2008).

No início (até 1990), os estudos limnológicos em reservatórios tropicais e subtropicais enfatizavam a amostragem temporal de um único ponto usualmente localizado na região central da região lacustre, já a segunda fase destes estudos preocuparam-se enfocaram na heterogeneidade espacial desses sistemas, com a

utilização de amostragem de vários pontos distribuídos nas zonas fluviais, intermediária e lacustre (PINTO-COELHO *et al.*, 2010).

Durante décadas diferentes estratégias tem sido usadas para descrever a sucessão planctônica, e para descrever com mais detalhes através da determinação de grupos funcionais, modelos foram desenvolvidos que podem descrever o padrão sazonal do fitoplâncton com mais precisão e pode testar hipótese sobre mecanismos de condução de ocorrência de diferentes espécies ou grupos funcionais (MIELEITNER e REICHERT, 2008).

Muitos estudos têm sido realizados sobre determinação de grupos funcionais em diferentes estados tróficos, afim de avaliar a complexidade da dinâmica dos sistemas que ocorrem dentro dos corpos aquáticos, como Zhao *et al.* (2008), utilizaram modelagem para avaliar a influência dos ciclos biogeoquímicos aquáticos sobre a competição e as mudanças estruturais da comunidade fitoplanctônica identificando grupos funcionais.

3.2.1 Cianobactérias

As cianobactérias são organismos procarióticos capazes de fixar carbono através da fotossíntese, fazendo parte da comunidade fitoplanctônica que contribuem acentuadamente para a produtividade primária e para o fluxo de energia em ecossistemas eutrofizados (FERRÃO-FILHO *et al.*, 2009).

O seu nome deriva da pigmentação de um dos seus principais pigmentos; a ficocianina que lhe confere a cor azulada, que ficam dispersos por todo o citoplasma. Na fase terminal das florações de cianobactérias, a fase da senescência, a ficocianina que é solúvel em água, confere à água uma cor azulada (CRAYTON, 1993).

O sucesso reprodutivo deste grupo deve-se às características e estratégias adaptativas que as cianobactérias apresentam. Esses organismos procarióticos são de organização simples que formam colônias ou células unicelulares isoladas, frequentemente envolvida por uma mucilagem, ou podem ainda formar filamentos. Sua reprodução é assexuada através de divisões celulares, formações de esporos e células de resistência, acinetos e heterócitos, que podem suportar condições

condições adversas. Algumas espécies apresentam comportamento heterotrófico em condições de elevada turbidez onde a região fotossinteticamente ativa (RFA) é menor, ou até mesmo na ausência da luz, assimilando compostos orgânicos de baixo peso molecular. Por vezes, produzem quelantes (hidroxamatos) que se sequestram os metais traços presentes na água (micronutrientes), e também mais facilmente assimilam os macronutrientes P e N na presença da matéria orgânica dissolvida (FERNANDES *et al.*, 2005).

Os heterocistos têm a importante função de fixar o nitrogênio a na forma gasosa, quando a forma dissolvida encontra-se em menor concentração. Algumas espécies são capazes de assimilar quantidades de fósforo em excesso nos períodos de levada concentração e armazenam na forma de material de reserva para utilizar em períodos de depleção deste nutriente (FERNANDES, *et al.*, 2005). Em lagos e reservatórios profundos, as cianobactérias têm a capacidade de se adaptar a variação das mudanças qualitativas e quantitativas da radiação, realizando assimilação máxima (ESTEVES, 1998), e ainda podem realizar migração vertical em busca de condições ótimas para a obtenção de uma produtividade máxima.

Devido a incrível capacidade adaptativa e sucesso reprodutivo, as cianobactérias se proliferam de forma rápida principalmente em ambientes enriquecidos artificialmente por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, (DOLMAN *et al.*, 2012).

Ambientes de água doce eutrofizados e em sistemas marinhos costeiros têm registrado a dominância de espécies de cianobactérias, principalmente de *Cylindrospermopsis raciborski* e *Microcystis aeruginosa*, e a detecção das toxinas Microcystinas LR e Cylindrospermopsinas respectivamente (MAGALHÃES *et al.*, 2003; CHELLAPPA *et al.*, 2009). Desta forma, florações de cianobactérias em sistemas de água doce como lagos, lagoas e reservatórios torna-se uma séria questão de qualidade da água que ameaça a saúde animal e humana (WHO, 2003).

Os estudos sobre ambientes eutrofizados com dominância de cianobactérias no Brasil têm sido recorrente devido à preocupação com a degradação dos sistemas aquáticos de água doce e suas consequências sócio-ambientais, (FERNANDES e LAGOS, 2003; SANT'ANNA *et al.*, 2004; SOARES *et al.*, 2012; TUCCI *et al.*, 2006; GENTIL, *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2009; FERRÃO-FILHO *et al.*, 2009; BRASSAC *et al.*, 2009; CHELLAPPA *et al.*, 2009).

As florações de cianobactérias no Brasil têm gerado grande preocupação, pois foi o primeiro país do mundo a registrar casos de morte humana em uma unidade de diálise causados pela presença de toxinas de cianobactérias. Devido a grande adaptabilidade das cianobactérias a diversos ambientes, o crescimento destas populações têm sido reconhecido como um problema para a qualidade da água em lagos e reservatórios em virtude da sua toxicidade, mal odor e impalatabilidade (SPERLING, 2012). Os reservatórios brasileiros têm passado por processos de eutrofização, como consequência de descargas de efluentes domésticos e industriais. As entradas diárias de nutrientes provocam com frequência grandes florações fitoplanctônicas, especialmente de espécies de cianobactérias.

Alguns dos grandes reservatórios de hidrelétrica brasileiros têm sido submetidos a intensos processos de eutrofização, resultando em aumento na ocorrência de florações de cianobactérias (SOARES *et al.*, 2012). A maior disponibilidade de fósforo em reservatórios estimula a produtividade primária e o crescimento da comunidade fitoplanctônica, que forma uma camada superficial algal e resulta na diminuição da penetração da luz. A diminuição da transparência da água provoca a morte de muitas populações de fitoplâncton e favorecem o aparecimento das populações de cianobactérias. Consequências negativas em cadeia são estabelecidas; os produtores secundários, como alguns peixes e zooplâncton, sofrem alterações na estrutura de suas comunidades, a grande quantidade de matéria orgânica que é produzida passa pelo processo de decomposição e promove anaerobiose no hipolímnio com produção de gases tóxicos (gás sulfídrico e metano), liberação de íons de fosfato do sedimento que por difusão, chegam à superfície e aumentando ainda a eutrofização (BRASSAC *et al.*, 2009).

3.2.2 Fitoplâncton em Reservatórios de Hidrelétricas Brasileiros

Estudos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios de hidrelétricas no Brasil têm crescido nos últimos anos, devido a preocupação com os problemas relacionados à eutrofização artificial nesses ambientes, que têm promovido um aumento na frequência de florações algais com dominância de

cianobactérias, que por sua vez, vêm provocando perturbações ecológicas e problemas operacionais.

Uma boa ferramenta para a avaliação e gestão da qualidade das águas são os índices ecológicos que utilizam dados de variáveis que influenciam diretamente o crescimento das principalmente das populações de cianobactérias. Mais recentemente Cunha *et al.*, (2013) analisou 18 reservatórios do estado de São Paulo, dentre os quais, Barra Bonita, Guarapinanga, Itupararanga, Jaguari, Jurumirim, Santa Branca, e Três irmãos são reservatórios de usinas hidrelétricas. Através da análise limnológica dos reservatórios com diferente química da água, características topográficas e morfológicas, foi proposto um índice de estado trófico para reservatórios tropicais e subtropicais a partir das concentrações de clorofila-a e fósforo total para seis níveis tróficos.

Borges *et al.*, (2008), analisou as variações temporais na estrutura da comunidade fitoplanctônica em escala diária em um braço do reservatório de Rosana no estado de São Paulo. Constatou-se que mesmo com flutuações diárias de algumas variáveis abióticas, as mesmas não promoveram mudanças significativas na estrutura da comunidade fitoplanctônica, apresentando durante todo o período altos valores de densidade e biomassa como consequência da dominância de cianobactérias, em que o principal fator contribuinte foi a manutenção de altas concentrações de nitrogênio e fósforo, e foi constatado assim como em outros estudos, a permanência de florações de cianobactérias indicam forte impacto negativo causado pelo uso indevido dos hídricos. Outros trabalhos de avaliação temporal do fitoplâncton têm sido avaliados nas últimas décadas, tais como; Borges *et al.* (2008), Ferreira *et al.* (2005), Calijuri *et al.* (2002), Silva *et al.* (2001), e Pompêo *et al.* (1998).

A medida que aumentou o conhecimento sobre a dinâmica e estrutura do fitoplâncton em uma escala temporal em reservatórios brasileiros, foi observado que muitas explicações para determinados resultados quantitativos eram incompletas, pois não preocupavam-se com a determinação de critérios quantitativos para a seleção dos pontos e com o esforço amostral. E estudos sobre a variação da distribuição horizontal com grande esforço amostral têm mostrado a importância da demonstração de descrição precisa dos gradientes espaciais em reservatórios (PINTO-COELHO, *et al.* 2010).

No Brasil as pesquisas limnológicas com ênfase para a comunidade

fitoplanctônica em sistemas de reservatórios em cascata são relativamente recente, como exemplos os trabalhos: Silva, Train e Rodrigues (2005), Lopes (2010), Perbiche-Neves, (2011), e Ferreira e Nogueira (2011). No trabalho realizado no sistema de reservatórios em cascata do rio Iguaçu por Silva, Train e Rodrigues (2005), o efeito dos reservatórios a montante sobre os reservatórios a jusante não foi encontrado, porém concluiu que os reservatórios de Foz do Areia e Santiago mostrou uma tendência a eutrofização, com decréscimo na transparência da água e picos de biomassa fitoplanctônica que foram representadas por espécies típicas de ambientes eutrofizados provavelmente devido ao envelhecimento e ações antrópicas ocorridas nas nas bacias hidrográficas.

O estudo da zona lântica de reservatórios são mais comuns, tanto pela facilidade da coleta, quanto pela importância dos registros de elevada biomassa fitoplanctônica, particularmente de cianobactérias, que geralmente estão relacionadas com tempo de retenção, como nos trabalhos por Soares *et al.* (2012 e 2008). Porém, o reservatório Funil continuou a apresentar elevadas densidades de cianobactérias mesmo quando o tempo de residência da água era menor, porque este reservatório recebe entradas contínuas de elevadas concentrações de nutrientes ao longo do ano (SOARES *et al.*, 2012).

Todas as atenções têm se voltado para a análise de cianobactérias em reservatórios de hidrelétrica devido ao aumento da eutrofização artificial nestes locais. O reservatório de Foz do Areia, assim como os outros reservatórios de hidrelétrica do rio Iguaçu são monitorados pelo Instituto ambiental do Paraná (IAP), pelas companhias de energia do Paraná (Copel e Tractibel), e por institutos e grupos de pesquisa. Em 2009 foram publicados dados limnológicos referentes ao período de abril/05 a fevereiro/09, onde o principal objetivo era avaliar o quanto o enriquecimento por nutrientes e a ocorrência de florações de cianobactérias influenciavam na qualidade da água (BRASSAC *et al.*, 2009).

O segundo reservatório do sistema em cascata do rio Iguaçu, Segredo, foi estudado por Moresco e Rodrigues (2006) com o objetivo de avaliar a distribuição espacial e temporal das cianobactérias presentes no perifíton e verificaram a influência dos fatores abióticos sobre as populações de cianobactérias. Foi verificado número de táxons e densidade relativamente baixas resultante do pequeno tempo de residência e da elevada razão NT/PT. Além do conhecimento sobre florações e cianotoxinas, o estudo taxonômico de cianobactérias são de

fundamental importância para trabalhos de avaliação ambiental de ambientes eutrofizados, Sant'anna *et al.* (2004), por exemplo, realizou um estudo taxonômico de cianobactérias cocóides devido a importância que o grupo apresenta em ambientes eutrofizados, com o gênero *Microcystis*, sendo o maior representante.

Estudos taxonômicos da comunidade fitoplanctônica são de grande relevância para o conhecimento da estrutura da comunidade fitoplanctônica, por isso não há como existir estudos sobre eutrofização, fluxo de energia, e produção primária sem a análise da comunidade fitoplanctônica (HU *et al.*, 2013). Devido a rápida perda da biodiversidade ao longo das décadas, especialmente em ecossistemas de água doce, o estudo com enfoque em biodiversidade tem aumentado

Como exemplo de trabalhos de taxonomia em reservatórios temos alguns exemplos. Felisberto e Rodrigues (2011), que contribuíram para o estudo taxonômico da classe Zygnemaphyceae ou Conjugatophyceae descrevendo e ilustrando espécies do gênero *Eurastrum* e *Micraterias* em três regiões ao longo do eixo longitudinal do reservatório de Rosana. Os mesmos autores analisaram (publicação em 2010) a taxonômica de espécies pertencentes ao gênero *Cosmarium* (Desmidiaceae) ao longo do eixo longitudinal em dois períodos do ano no reservatório de Rosana situado no rio Paranapanema. Raupp *et al.* (2006), percebeu a necessidade de realizar um inventário destacando o grupo das diatomáceas no reservatório da canastra, em virtude da escassez de trabalhos sobre fitoplâncton, em particular, de espécies de diatomáceas.

O fitoplâncton pode ser um excelente indicador da origem da matéria orgânica, pois realizam a excreção de polissacarídeos extracelulares que pode servir de substrato para bactérias, mostrando sua importante função na associação bactéria/alga. Dellamano-Oliveira *et al.* (2007), percebeu a importância de associar a concentração de carboidratos à quantidade de algas fitoplanctônicas, e constatou que a elevada densidade de cianobactérias no reservatório de Barra bonita, especialmente da espécie *Microcystis aeruginosa*, foram as algas que mais contribuíram para a concentração de carboidratos, uma vez que estas espécies são grandes produtoras de polissacarídeos extracelulares. Entretanto, também foi constatado que o reservatório apresentou uma grande quantidade de bactéria que produzem grandes quantidades de carboidratos poliméricos a partir da degradação.

A ocorrência de florações de fitoplâncton em reservatórios são amplamente

conhecidas em todo o mundo, com florações principalmente de cianobactérias, no entanto florações do gênero *Ceratium*, pertencentes ao grupo dos dinoflagelados, têm sido registrados, e normalmente estão relacionados a elevada concentração de nutrientes, mistura vertical e estratificação da coluna d'água (Matsumura-Tundisi *et al.*, 2010). Mais recentemente Nishimura (2012) analisou a estrutura do fitoplâncton da represa de Billings e Guarapiranga, e constatou a ocorrência de elevada densidade do dinoflagelado invasor *Ceratium furcoides*, principalmente na represa Billings. Matsumura-Tundisi *et al.* (2010), também constatou florações de *Ceratium furcoides* na represa Billings e destacou que as florações dessa espécie podem ser prejudiciais aos peixes devido a decomposição e depleção do oxigênio após o colapso das populações.

O controle de florações de algas pode ser realizado através da regulação hidráulica e seleção de saída, assim, a gestão hidráulica é potencialmente a ferramenta mais importante para o controle da composição e abundância das assembléias de fitoplancton nos reservatórios (RIGOSI e RUEDA, 2012).

Em reservatórios, o fitoplâncton e o zooplâncton podem sofrer efeitos negativos de contaminantes e bioacumulação inclusive de substâncias como o mercúrio, que em pequenas concentrações funciona como micronutrientes, no entanto quando os organismos são expostos a concentrações mais elevadas e pode ser prejudicial para o desenvolvimento desses organismos (NASCIMENTO *et al.*, 2009).

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Iguaçu é o maior rio do estado do Paraná, com sua nascente nas imediações de Curitiba, sendo formado pela junção do rio Atuba e do rio Iraí. Em sua extensão foram construídas cinco hidrelétricas em sistema de cascata situadas no médio e baixo Iguaçu, iniciando a 238 km de Curitiba; Foz do Areia, Salto Segredo, Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias. Juntas têm uma capacidade de 6.644 megawatts, responsável por aproximadamente 6,5% da produção de energia do país (COPEL, 2008).

Após seguir um curso de 1320 km passando pelos três planaltos paranaenses, o rio Iguaçu deságua no rio Paraná, onde estão localizadas as Cataratas do Iguaçu, considera as maiores quedas em volume de água do planeta (cerca de $1.551 \text{ m}^3/\text{s}$) localizados no município de Foz do Iguaçu (SEMA, 2010).

Em decorrência da grande diferença de altitude dos três planaltos ao longo da bacia; primeiro planalto com uma altitude média de 1.150 m, segundo planalto com 770 m e o terceiro planalto com 1.200 m, sugere-se diferentes regiões climáticas (SILVA *et al.*, 2001). O clima da bacia do rio Iguaçu pode ser classificado como subtropical, com uma estação seca não definida, e uma precipitação anual média acima de 1.000 mm e uma variação de temperatura ao longo de toda a extensão do rio (MAACK, 1981).

O primeiro reservatório, Foz do Areia, situado no médio Iguaçu, localizado entre as coordenadas $25^\circ 53'S$ e $51^\circ 13'O$ e $26^\circ 12' S$ e $51^\circ 41'O$, nos municípios de Pinhão e Bituruna. Foi formado a partir da construção da Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Neto. A área inundada foi de 139 km^2 com um volume de $5,8 \times 10^8 \text{ m}^3$, profundidade máxima de 160 m e tempo de residência de 102 dias (COPEL, 2008).

O reservatório de Salto Segredo localizado na Usina Hidrelétrica Governador Ney Aminthas de Barros Braga é a segunda usina da COPEL em potência instalada. Está localizado no rio Iguaçu, no município de Mangueirinha, a uma distância de 285 km de Curitiba. A área inundada é de $82,5 \text{ km}^2$, com uma profundidade máxima de

145 m, volume de $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ e tempo de renovação da água de 47 dias, e possui com uma capacidade de 1260 MW.

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) realizado e aprovado em 1987 para construção da hidrelétrica de Segredo foi o primeiro RIMA a ser realizado no Brasil para uma usina hidrelétrica, sendo, portanto um marco fundamental colocando a COPEL em uma posição de destaque em assuntos de preservação do meio ambiente.

A usina hidrelétrica de Salto Santiago pertencente à empresa Tractebel e está localizada no município de Laranjeiras do Sul, à montante do reservatório de Segredo. Possui uma potência de 1.332 MW, tem uma área inundada de 230 km^2 e profundidade máxima de 80 m e volume de $6,7 \times 10^6 \text{ m}^3$.

A hidrelétrica Governador José Richa - Salto Caxias pertencente à COPEL foi inaugurada em 1999, com uma capacidade de 1.240 MW. Está localizada no município de Capitão Leônidas Marques. Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS (2004), o reservatório de Salto Caxias opera sob a forma de fio d'água, assim como o reservatório de Salto Osório. O volume é de $0,9 \times 10^6 \text{ m}^3$ e uma profundidade média de 63 m.

4.1.1 Período e Distribuição dos Pontos de Amostragem

As coletas de dados realizaram-se nos meses de Novembro de 2012, Fevereiro e Outubro de 2013 nos reservatórios de Foz do Areia, Salto Segredo, Salto Santiago e Salto Caxias. Os pontos de coleta foram distribuídos ao longo do eixo longitudinal. Para cada reservatório estudado foram coletados 9 pontos; distribuídos três pontos na zona fluvial, três na zona intermediária e três na zona lacustre, sendo um em cada margem e um ponto na região pelágica. Apenas para o reservatório de Foz do Areia foram coletados pontos adicionais, três pontos localizados no tributário rio do Areia. Foram coletados um total de 51 amostras qualitativas e 51 amostras quantitativas nos três períodos de coleta.

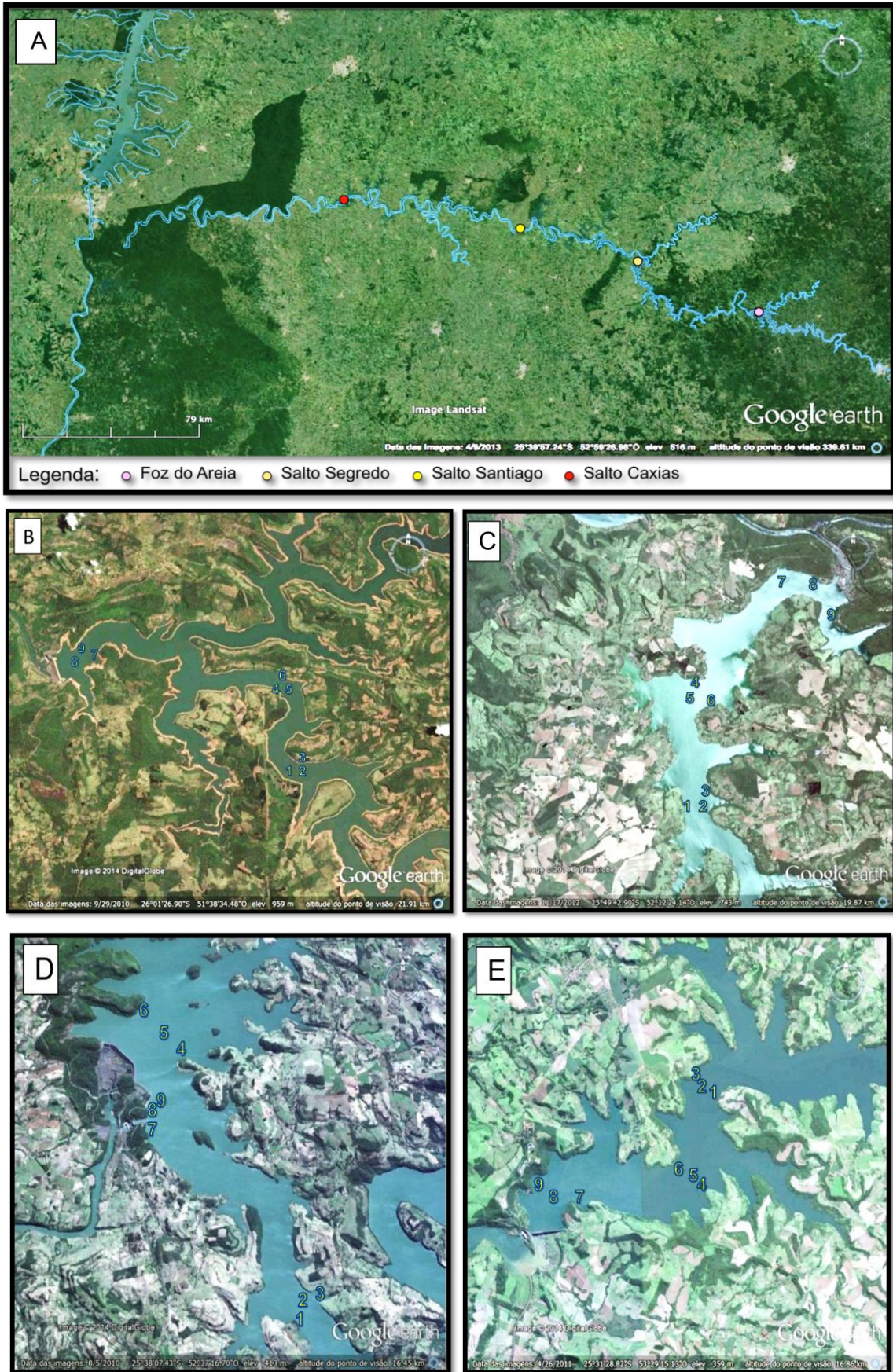


Figura 37: Localização dos reservatórios do rio Iguazu (A), e distribuição dos pontos de amostragem: de Foz do Areia (B), Salto Segredo (C), Salto Santiago (D), e Salto Caxias (E).

4.2 AMOSTRAGEM DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS

As amostras de água para análise química e física foram coletadas a uma subsuperfície de meio metro com o auxílio de um balde de graduado para determinação dos seguintes parâmetros: temperatura (C°), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), saturação do oxigênio (OD%), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$), potencial redox (Eh) (mv), sólidos totais dissolvidos (STD), resistividade e salinidade foram mensurados com o auxílio da sonda multiparâmetro da marca Hanna, e a turbidez foi determinada com o auxílio de um turbidímetro. Todos estes parâmetros foram mensurados *in situ*.

Para a análise de nutrientes as amostras foram coletas em garrafas de 250 ml previamente descontaminadas e preservadas em ambiente escuro e refrigeradas com gelo. Para determinação da alcalinidade foram coletadas amostras em frascos de 50 mL.

4.3 AMOSTRAGEM DAS VARIÁVEIS BIOLÓGICAS

As amostras quantitativas foram coletadas com um frasco âmbar de 250 mL diretamente do ambiente a uma profundidade de 0,5 metro (subsuperfície), e a dois metros de profundidade nos pontos das zonas limnéticas dos reservatórios. Em seguida foram preservadas com solução contendo lugol alcalino (SHERR e SHERR, 1993) e acondicionadas em ambiente refrigerado.

Para realização das análises qualitativas as amostras foram coletadas com o auxílio de uma rede de plâncton cônica com 20 μm de abertura de malha através do arrasto horizontal subsuperficial durante 5 cinco minutos a uma velocidade de 2 nós. As amostras foram fixadas imediatamente com uma solução Transeau a uma proporção de 50% em frascos de âmbar de 250 ml. Esta solução foi escolhida devido a seu poder de preservar estruturas frágeis como os cílios e flagelos que algumas espécies fitoplanctônicas apresentam e são fundamentais para identificação.

A amostragem de água para determinação da clorofila-a foi coletada à subsuperfície através de garrafas escuras com capacidade para 2 litros.

4.4 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS ABIÓTICAS

Os nutrientes; carbono orgânico dissolvido (COD); as formas de fósforo, fósforo total (P-total) e o fosfato ($P-PO_4^{3-}$); as formas de nitrogênio, nitrito (NO_2^-), nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), nitrato (NO_3^-), nitrogênio orgânico (N-org), nitrogênio total (N-total), foram determinados pelos métodos descritos em APHA (1998) (Tabela 1). As análises foram realizadas logo após a coleta em um laboratório improvisado próximo aos locais de coleta. As análises de nitrato, nitrogênio total e fósforo total foram realizados no Laboratório de Estudos Avançados em Química Ambiental (LEAQUA) da UTFPR.

Tabela 1: Métodos utilizados para análise dos nutrientes.

Parâmetro	Método	Referência
Carbono orgânico dissolvido	4510	APHA 1998
Nitrato	4500- NO_3^- Método de redução por Cd-Cu	APHA 1998
Nitrito	4500- NO_2^- Método colorimétrico	APHA 1998
Nitrogênio amoniacal	4500- NH_3 Método do fenato	APHA 1998
Nitrogênio orgânico	$N_{org} = N_T - \sum N_{inorg}$	APHA 1998
Nitrogênio total	4500-N Método da digestão por persulfato de potássio	APHA 1998
Ortofósforo	4500- Método do ácido ascórbico	APHA 1998
Fósforo total	Método da digestão por persulfato	APHA 1998

Foram utilizados padrões de concentração de nutrientes para classificação da qualidade da água indicando o estado trófico de acordo com os padrões estabelecidos por diferentes autores (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação dos tipos de reservatórios a partir da concentração de nutrientes.

Tipologia de Lagos e Reservatórios	Carbono orgânico dissolvido	Nitrogênio amoniacal	Nitrato	Nitrito	Nitrogênio total	Fósforo total	
	Ohle (1972 <i>apud</i> ESTEVES, 1998)	Wollenweider (1968 <i>apud</i> ESTEVES, 1998)			Wetzel (2001)	CCME (2004)	
Ultra-oligotrófico	($\mu\text{g.L}^{-1}$)					< 4	
Oligotróficos	($\mu\text{g.L}^{-1}$)	500 - 3000	0,0 - 300	0,0 - 1000	0,0 - 500	660	4 - 10
Mesotrófico	($\mu\text{g.L}^{-1}$)	5000 - 10000	300 - 2000	1000 - 5000	500 - 5000	750	10 - 20
Meso-eutrófico	($\mu\text{g.L}^{-1}$)						20 - 35
Eutrófico	($\mu\text{g.L}^{-1}$)	15000 - 30000	2000 - 15000	5000 - 50000	5000 - 15000	1900	35 - 100
Hipereutrófico	($\mu\text{g.L}^{-1}$)						> 100

Para a classificação dos corpos de águas doces foram utilizados os padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA das concentrações dos nutrientes, pH, oxigênio dissolvido, e turbidez apresentados na tabela a baixo:

4.5 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS BIOLÓGICAS

A identificação foi realizada através do auxílio de literaturas específicas: Desikachary (1959); Kumar (1967); Bellinger (1980); Cox (1996); Canter-Lund e Lund (1998); Bicudo e Menezes (2006); Sant'Anna *et al.* (2006); Da Silva *et al.* (2009); Sant'Anna *et al.* (2012); Algae Identification (2011); Hötzel e Croome (1999); Eileen J. C. (1996); Wehr e Sheath (2003).

A análise quantitativa foi realizada utilizando o método de Utermöhl, através da sedimentação das amostras durante um período de 12 horas em câmaras tubulares de 10 mL e analisadas através de um microscópio invertido Zeiss modelo Axiovert 40 C, utilizando um aumento de 400 X. O período de sedimentação foi de três horas para cada centímetro de altura da câmara (LUND *et al.*, 1958). Foram contados 100 campos em cruz ou até obter 400 indivíduos da espécie mais freqüente.

A determinação da unidade contada para cada táxon foi baseada no tamanho celular e na capacidade de aumento visual do microscópio invertido. Foram considerados como indivíduos, células, cenóbios, colônias ou filamentos. Para contagem de espécies de cianobactérias foram contadas as células, ou a colônias

ou filamentos quando a células apresentavam um diâmetro < 2,5 µm, ou seja, até a divisão mínima da régua micrométrica da ocular. Método de contagem segundo Weber 1973.

A análise de clorofila foi realizada de acordo a metodologia 10.200 H descrita em APHA (1998). O método utilizado foi a determinação espectrofotométrica da clorofila-a. O procedimento requer a extração do pigmento previamente concentrado em membranas de fibra de vidro do tipo milipore. A extração dá-se através da maceração do concentrado com acetona a 90% em ambiente escuro e a absorbância é determinada através de um espectrofotômetro.

O cálculo para a determinação da clorofila-a foi realizado através da seguinte equação:

$$\text{Chlorofila-a } \mu\text{g.L}^{-1} = 26,7 (664_b - 665_a) \times V1 / V2 \times L$$

Onde:

V1 = Volume do extrato em litro (10 mL)

V2 = Volume da amostra (L)

L = comprimento do percurso de luz ou a largura da cubeta (1cm)

664b = Abs λ 664nm – Abs λ 750nm

665a = Abs λ 665nm – Abs λ 750nm (densidade óptica após a acidificação)

A classificação da qualidade da água dos reservatórios determinada a partir das concentrações de clorofila-a utilizando os seguintes padrões estabelecidos(Tabela 3):

Tabela 3: Concentração de clorofila-a em diferentes tipos de lagos e reservatório.

Tipologia de Lagos e Reservatórios	Clorofila-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
	Wetzel (1983 <i>apud</i> BEM, 2009)
Ultra-oligotrófico	
Oligotróficos	0,01 - 0,5
Oligomesotrófico	
Mesotrófico	2 - 15
Meso-eutrófico	
Eutrófico	10 - 500
Hipereutrófico	-
Distrófico	< 50 - 200

4.3 APLICAÇÃO DE ÍNDICES ECOLÓGICOS

A variação da diversidade das espécies fitoplanctônicas foi determinada pelo índice de Shannon (H') (SHANNON-WEAVER, 1963) adequado para situações em que apenas parte da comunidade é inventariada através de amostras. Para a classificação do índice foram usados os seguintes critérios: alta diversidade para os valores obtidos numa escala entre $<2,0 \text{ bits.ind}^{-1}$ e $>3,0 \text{ bits.ind}^{-1}$. Foram considerados índices baixos os valores obtidos $<2,0 \text{ bits.ind}^{-1}$.

O índice de equitabilidade tende à zero quando a equitabilidade diminui em comunidades pobres em espécies. Os valores obtidos de zero a 0,5 são considerados baixos índices; valores entre 0,5 e 0,7 são considerados médios valores de equitabilidade, e valores de 0,7 a 1,0 são considerados alta equitabilidade.

Os índices de diversidade e equitabilidade foram obtidos através do *Software GW-Basic v.3.23* (LUDWIG e REYNOLDS, 1988).

4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para analisar a associação entre as variáveis obtidas foi utilizada a correlação de Karl Pearson (r), onde as variáveis apresentam uma semelhança na distribuição dos seus escores. O coeficiente de correlação de Pearson irá variar entre -1 e 1, onde o coeficiente de correlação (r) igual a 1 indica correlação perfeita positiva, enquanto que coeficientes iguais a -1 indicam perfeita correlação negativa entre as variáveis, a um nível de significância de $p < 0,05$. A correlação que apresentar um $r = 0,7$ ($p < 0,05$) será considerada forte positiva; a correlação que apresentar um $r = -0,7$ será considerada forte negativa. E será considerada uma correlação fraca quando apresentar um coeficiente $r < 0,5$ ou $r < -0,5$.

Para avaliar as mudanças temporais e espaciais das variáveis físicas e químicas e biológicas foram processados os dados a partir de uma matriz log-transformada empregando a Análise de Componentes Principais (ACP) que foi baseada nos autovalores maiores do que 1 explicando 70% da variabilidade total. Para os casos em que os dois primeiros componentes (fatores) explicaram menos do que 70% da variabilidade foi utilizado o terceiro componente principal na análise. Para obter maior confiabilidade na análise dos dados foi dada maior importância as correlações entre os fatores e as variáveis maiores ou igual a 0,7.

A Análise de Agrupamento foi realizada com o objetivo de avaliar a dissimilaridade e similaridade entre os pontos amostrados com base nos valores de densidade das espécies fitoplactônicas.

Foi utilizado o *software* Statistica (2010) para obtenção das correlações de Pearson, Análise de Componentes Principais, e para Análise de Agrupamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESERVATÓRIO DE FOZ DO AREIA

5.1.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água

O reservatório de Foz do Areia apresentou valores elevados de oxigênio dissolvido (OD) nos períodos estudados, embora em novembro de 2012 o reservatório mostrou-se menos oxigenado, com uma concentração mínima de 5,20 mg.L⁻¹ (Tabela 4).

A média da temperatura da água foi mais elevada em nov/12 e fev/13, e em ambos os períodos a temperatura apresentou correlação negativa com OD; de com $r = -0,49$ ($p = 0,003$) em nov/12 e de $r = -0,3512$ ($p < 0,001$) em fev/13. Em outubro de 2013 a temperatura e o OD apresentaram uma correlação positiva forte ($r = 0,72$, $p < 0,001$), onde foram observadas temperaturas menores dos que os meses anteriores. Isto pode estar relacionado com o aumento da temperatura diminuir a solubilização do OD e também pelo fato de que no período de maiores temperaturas ocorre a entrada de matéria orgânica da bacia hidrográfica, aumento atividade de decomposição. Já no período de temperaturas mais baixas ocorre maior solubilização aumentando assim o OD.

O potencial hidrogeniônico (pH) foi elevado nos três períodos estudados, contudo em fev/13 e out/13 os valores médios foram mais elevados. O pH em fev/13 apresentou uma correlação positiva com OD ($r = 0,51$, $p = 0,002$) e com *P. mucicola* ($r = 0,53$, $p = 0,001$), podendo indicar que essa espécie de cianobactéria contribuiu para as concentrações de oxigênio e pH através do processo fotossintético. Em out/13 o pH apresentou forte correlação com OD ($r = 0,89$, $p < 0,001$), provavelmente em decorrência da mistura vertical de massas de água promovido pela abertura das comportas. Os elevados valores de pH estão intimamente relacionados com as florações de cianobactérias ocorridas nos dois primeiros períodos, pois a captação do CO₂ através da fotossíntese eleva o pH do meio, que pode ser confirmado pelas correlações positivas com: *M. aeruginosa* ($r =$

0,70, $p < 0,001$) e *P. Mucicola* ($r = 0,61$, $p < 0,001$) em nov/12, e com *P. Mucicola* ($r = 0,54$, $p = 0,001$) em fev/13.

A turbidez foi mais elevada em nov/12, com um valor médio de 35,8 UNT, e apresentou correlação positiva forte com o $P-PO_4^{3-}$ ($r = 0,74$, $p < 0,001$) e N-total ($r = 0,78$, $p < 0,001$). A forte associação com o $P-PO_4^{3-}$ e o N-total pode indicar que esteja ocorrendo aporte de nutrientes de forma artificial através do escoamento superficial.

A alcalinidade apresentou valores mais elevados em nov/12 e fev/13, períodos em que a densidade fitoplanctônica foi elevada, particularmente de cianobactérias. A alcalinidade em fev/13 correlacionou-se positivamente com os valores de densidade total fitoplanctônica ($r = 0,52$, $p = 0,002$) e fortemente com a clorofila-a ($r = 0,69$, $p < 0,001$). O seu maior valor médio foi observado em nov/12, de $361,8 \text{ mEq.L}^{-1}$, porém, foi em fev/13 que a alcalinidade apresentou seu maior valor ($510,4 \text{ mEq.L}^{-1}$), observado no ponto 1.

Tabela 4: Variáveis abióticas encontradas no reservatório de Foz do Areia durante o período de estudo.

Variáveis	Novembro de 2012			Fevereiro de 2013			Outubro de 2013		
	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.
Temp H ₂ O (°C)	23,6	22,9 - 24,6	0,6	25,9	22,3 - 27,7	1,2	19,4	18,6 - 19,8	0,4
pH	8,2	6,7 - 9,7	1,2	9,2	8,3 - 9,7	0,4	9,3	8,5 - 9,9	0,4
OD (mg.L ⁻¹)	7,4	5,2 - 8,9	0,9	9,0	8,0 - 12,1	1,0	9,6	8,9 - 10,6	0,6
Condut (µS/cm ²)	31,1	19,0 - 112,5	24,6	32,0	27,0 - 38,0	3,3	7,4	4,0 - 10,0	2,9
Turb (UNT)	35,8	19,9 - 44,5	8,2	18,8	13,2 - 28,0	4,3	10,7	5,9 - 18,4	4,2
Eh (mV)	63,8	8,6 - 112,6	27,8	84,8	47,8 - 122,8	22,7	-122,6	-140,7 - -62,3	20,1
Alcal (mEq.L ⁻¹)	361,8	297,1 - 434,9	43,1	338,7	285,2 - 510,4	58,6	266,1	235,8 - 315,1	76,2

A elevada concentração de COD nos pontos localizados na região litorânea (P7 em fev/12), e (P1, P4, P6 e P9 em out/13) (figura 2). Isto pode ser um indicativo de aporte de substâncias húmicas ou excreções/senescência do fitoplâncton. As maiores concentrações em out/13 foram encontradas nos pontos localizados na região intermediária apresentou concentrações mais elevadas. De acordo com a Tabela 1, os pontos P7 e P11 em fev/12 e, os pontos P1, P4, P5, P6 e P9 em out/13 apresentaram concentrações típicas de um reservatório eutrófico.

Em outubro de 2013, a concentração média foi maior (9.605,00 $\mu\text{g.L}^{-1}$), mas o maior pico de concentração ocorreu em fev/13 no P7. Neste período, o COD apresentou uma correlação positiva com o dinoflagelado *Ceratium hirundinella* ($r=0,58$, $p<0,000$), e nenhuma correlação significativa com as espécies de cianobactéria.

Em nov/12 apresentou correlações negativas fortes com as formas de nitrogênio; N-NO_2^- , ($r=-0,74$, $p<0,001$), com N-NH_3 ($r=-0,70$, $p<0,001$), moderada correlacionada negativamente com o N-NO_3^- ($r=-0,56$, $p<0,001$), e uma correlação positiva forte com o pH ($r=0,64$, $p<0,001$).

A elevada concentração de COD pode indicar ocorrência de floração, no entanto não houve correlação significativa ($p<0,05$) com a clorofila-a nos períodos estudados, mas apresentou correlações significativas em nov/12 com *Pseudanabaena mucicola* ($r=0,48$, $p=0,003$), *Rhodomonas minuta* ($r=0,42$, $p=0,10$), *Microcystis aeruginosa* ($r=0,38$, $p=0,022$) e *Sphaerocavum brasiliense* ($r=0,37$, $p=0,028$), mês de maciça floração. Em fev/13 correlacionou-se com *C. hirundinella* ($r=0,58$; $p<0,001$). As cianobactérias podem contribuir de forma significativa com as concentrações de carbono orgânico dissolvido, particularmente *M. Aeruginosa*, que são grandes produtoras de polissacarídeos extracelulares (DELLAMANO-OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Segundo Kalff (2003), o carbono orgânico pode ser produzido no ambiente aquático (fonte autóctone) ou escoar superficialmente pelo solo (fonte alóctone pedogênica) para dentro das bacias hidrográficas na forma de matéria orgânica particulada ou dissolvida. Uma grande parte da fração exportada vem de solos anóxicos ou de *wetlands*, onde a decomposição da matéria orgânica realizada por microorganismos é incompleta, e uma enorme fração é exportada de forma dissolvida. O carbono orgânico dissolvido (COD) também pode ser de origem autóctone, principalmente resultante da excreção e decomposição do fitoplâncton, tornando-se uma importante fonte de COD na coluna d'água.

Segundo Znakchor *et al.* (2010), uma elevada absorção do COD foi observada em cianobactérias com a presença de mucilagem, o mesmo grupo que apresentou densidades mais elevadas no presente estudo, podendo indicar que as concentrações mais elevadas de COD ocorridas nos períodos de floração auxiliaram as cianobactérias na aquisição do nitrogênio, um nutriente essencial para a construção dos aminoácidos.

O ortofosfato ($P-PO_4^{3-}$) seguiu um gradiente longitudinal homogêneo nos três com concentrações baixas períodos de coleta, que é comum para reservatórios (Figura 2). O mês que apresentou o maior valor médio ($45,5 \mu\text{g. L}^{-1}$) de concentração foi em nov/12, porém o valor máximo foi registrado em out/13 no ponto P8 (Tabela 5). Mesmo quando as concentrações de fosfato são baixas, este íon pode contribuir para o crescimento da biomassa fitoplanctônica. Em nov/12 o $P-PO_4^{3-}$ apresentou correlação positiva com *Schroederia indica* ($r= 0,50, p= 0,002$), e forte correlação positiva com *P. Mucicola* ($r= 0,75, p< 0,001$) em out/13, indicando que este foi o íon mais assimilado por essas espécies.

As concentrações de P-total no reservatório de Foz do Areia em nov/12 e fev/13, segundo Vollenweider (1968), foi classificado como hipereutrófico nos dois primeiro períodos estudados, apresentando concentrações bem acima de $100 \mu\text{g. L}^{-1}$. Na última coleta o P-total apresentou concentrações menores (Tabela 5). A maior concentração de P-total no reservatório neste período foi encontrada no ponto P8, mas foram nos pontos do afluente (P10, P11 e P12) que foram encontradas as maiores concentrações.

As concentrações de P-total foram mais elevadas em nov/12, com uma média de $486,4 \mu\text{g.L}^{-1}$, valores muito elevados, típicos de um ambiente hipereutrofizado, e foi correlacionado positivamente com a condutividade ($r= 0,51, p= 0,002$), nitrito ($r= 0,51, p= 0,001$), amônia ($r= 0,51, p= 0,001$) e negativa com *Sphaerocavum brasiliense* ($r= -0,54, p= 0,001$). Segundo o IAP (2009), Foz do Areia registrou em novembro de 2007 uma concentração de $34,0 \mu\text{g.L}^{-1}$, onde o índice de qualidade da água foi classificado como criticamente degradado e poluído. O período de fev/13 também mostrou concentrações típicas de ambiente eutrofizado, e apresentou uma correlação positiva forte com *Pseudanabaena mucicola* ($r= 0,8, p< 0,001$), e moderada com *Microcystis aeruginosa* ($r= 0,67, p< 0,001$) e com a clorofila-a ($r= 0,65, p< 0,001$).

Tabela 5: Concentrações de nutrientes analisados no reservatório de Foz do Areia durante o período estudado.

Variáveis	Novembro de 2012			Fevereiro de 2013			Outubro de 2013		
	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.
COD ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	2225.2	1388.1 - 3126.1	444.9	4252.6	2118.8 - 10418.2	2759.8	9605.0	5835.3 - 13213.3	2384.2
P-total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	486.4	409.1 - 602.1	62.5	133.5	90.5 - 189.1	30.2	49.4	39.4 - 60.7	6.2
P- PO_4^{3-} ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	45.5	24.0 - 70.0	14.9	13.7	2.0 - 20.3	5.6	38.6	28.7 - 81.5	16.5
N- NO_2^- ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	8.3	3.6 - 13.9	3.5	54.4	53.3 - 55.3	0.6	11.2	9.8 - 12.7	1.0
N- NO_3^- ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	53.8	41.4 - 71.0	9.3	242.3	162.7 - 454.3	76.7	156.3	97.4 - 324.9	57.1
N- NH_3 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	7.1	0.4 - 10.1	2.7	91.6	84.0 - 104.1	6.9	34.6	30.1 - 39.6	3.0
N-org ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	4372.2	2577.7 - 5810.2	874.0	1218.4	1001.6 - 1606.1	172.0	*	*	*
N-total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	6210.2	3956.1 - 8032.3	1171.7	1606.7	1356.7 - 1915.4	169.5	*	*	*

Em outubro de 2013 foram observadas concentrações de P-total menores, porém seu valor máximo foi de $60,7 \mu\text{g.L}^{-1}$. De acordo o IAP (2009) em outubro de 2006 o valor de P-total apresentou uma concentrações de $88,0 \mu\text{g.L}^{-1}$, período em que o reservatório foi interditado devido à maciça floração de cianobacérias. Foi observado na última coleta que as comportas do reservatório estavam abertas, indicando que os valores de concentração dos nutrientes podem ter sofrido repentina alteração.

As concentrações das formas reativas de nitrogênio foram baixas nos três períodos estudados. O reservatório foi classificado como oligotrófico segundo Volenweider (1968). Em nov/12, o nitrito apresentou uma correlação positiva forte com o P- PO_4^{3-} ($r= 0,79, p < 0,001$) e com a turbidez ($r= 0,74, p < 0,001$), e negativa com o OD ($r= -0,64, p < 0,001$). O íon N- NH_3 uma forte correlação positiva com *Dolichospermum spiroides* ($r= 0,76, p < 0,001$), sugerindo que a amônia esteja contribuindo para o aumento na densidade desta espécie.

As concentrações mais elevadas de N-total ocorreram na primeira coleta, com concentrações médias de $6.210,2 \mu\text{g.L}^{-1}$, com maiores concentrações na região fluvial e menores na região lacustre (Figura 2). Segundo Wetzel (2001) essas concentrações são típicas de ambientes eutrofizados. O reservatório de Foz do Areia foi classificado para os períodos de nov/12 e fev/13 como hipereutrófico com concentrações acima de $1.900,00 \mu\text{g.L}^{-1}$. O período de out/13 as concentrações de N-total não foram discutidas por apresentar inconsistência nos valores de concentração em virtude de problemas técnicos na análise.

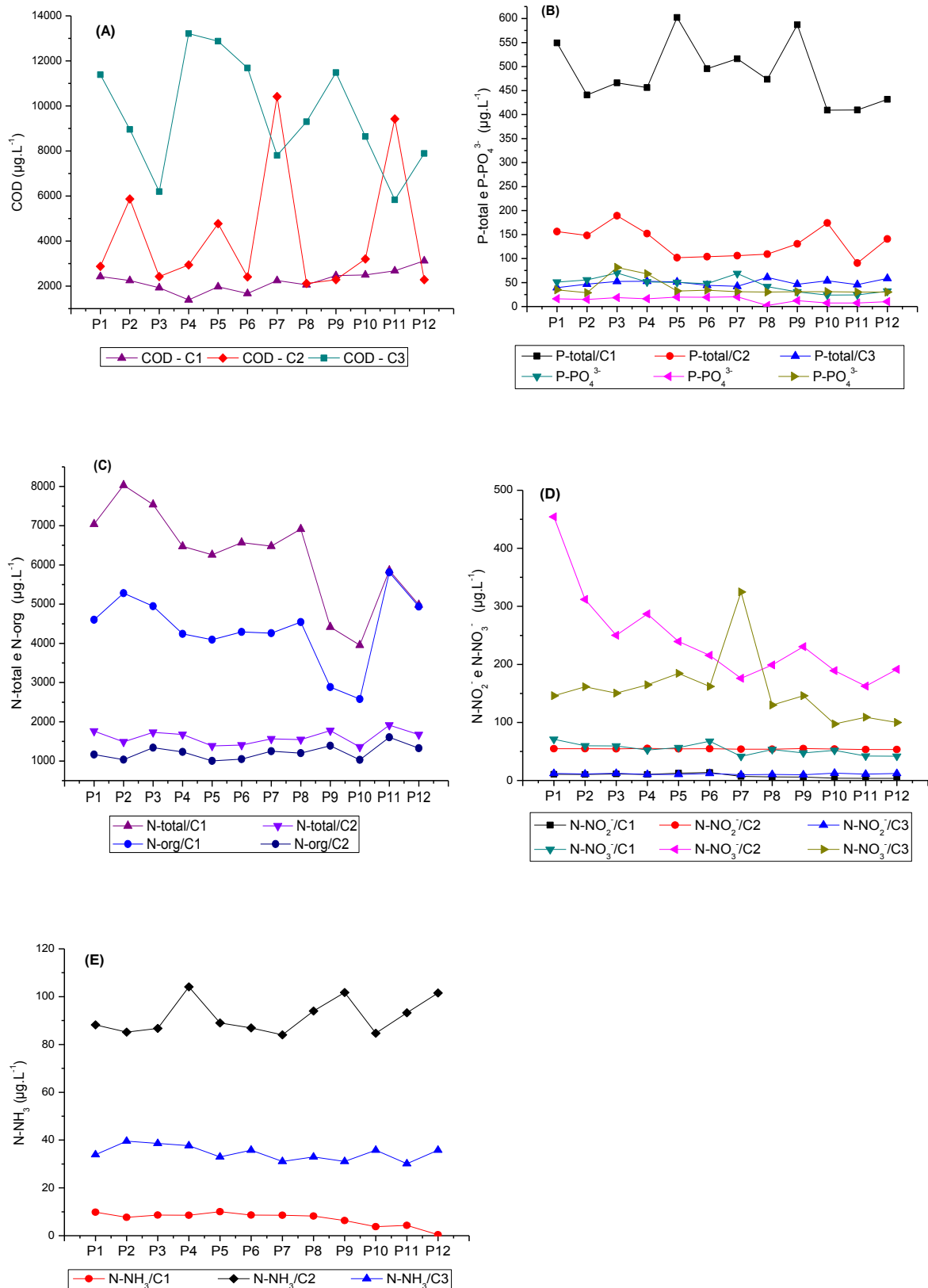


Figura 38: Distribuição horizontal das concentrações de nutrientes por ponto de coleta no reservatório de Foz do Areia. COD (A), P-total e P- PO_4^{3-} (B), N-total e N-org (C), NO_2^- e NO_3^- (D), N-amoniaco (E) e em $\mu\text{g.L}^{-1}$. C1 = novembro de 2012; C2 = fevereiro de 2013; C3 = outubro de 2013.

5.1.2 Comunidade Fitoplanctônica

5.1.2.1 Composição Fitoplanctônica

Foram registrados 169 táxons durante o período de estudo, distribuídos em 10 classes. As classes Cyanophyceae e Chlorophyceae apresentaram elevado número de táxons, com 63 e 62 táxons respectivamente, seguidas das classes Bacillariophyceae (18), Conjugatophyceae (8), Chrysophyceae (5), Cryptophyceae (3), Dinophyceae (3), Euglenophyceae (3), Chlamydomonadales (3) e uma espécie da classe Xanthophyceae.

As clorofíceas foram tão representativas (37%) quanto a cianobactérias, e a ordem Chlorococcales foi mais representativa, destacando o gênero *Scenedesmus*, com 8 táxons. Geralmente as clorofíceas são as maiores contribuintes para a riqueza de espécies planctônicas (40%-60%) em ambientes de água doce (KALFF, 2003). Segundo Carvalho (2003), as clorofíceas representaram 43% do fitoplâncton na represa de Billings,. Já Pereira (2012), constatou que as clorofíceas compunham 50% da comunidade fitoplanctônica. Tucci *et al.* (2006) inventariou expressivos 265 táxons, dos quais 118 eram de clorofíceas.

A elevada riqueza das clorofíceas geralmente é associada à ausência de dominância, no entanto foi possível verificar nos meses de novembro de 2012 e fevereiro de 2013, elevado número de espécies de clorofíceas em período de forte floração e dominância de *Microcystis aeruginosa*, que também foi observado por Train *et al.*(2005) no reservatório do Iraí.

O período de novembro de 2012 foi marcado pela dominância de *Microcystis aeruginosa*, no entanto as clorofíceas foram melhor representadas do que as cianobactérias, com 31 táxons (Figura 3).

A menor riqueza de espécies foi registrada em ou/13, apresentando 52 táxons, dos quais, o dinoflagelado *Ceratium hirundinella* foi dominante, aparecendo em todos os pontos amostrados. Estudos revelam que o aumento das populações de *Ceratium* estão claramente relacionadas com o aumento do enriquecimento de nutrientes (NISHIMURA, 2012). De acordo Matsumura-Tundisi *et al.* (2010) mudanças bruscas na estabilidade vertical, depleção de nutrientes e alterações na

radiação subaquática podem provocar florações de uma única espécie, como por exemplo, florações de espécies do gênero *Ceratium*.

Fevereiro de 2013 foi o período estudado a apresentar maior riqueza, com um total de 129 táxons, destes 50 táxons pertencem à classe Cyanophyceae e 50 táxons à classe Chlorophyceae. A classe Cyanophyceae apresentou 13 táxons como sendo constantes, destes, *Microcystis aeruginosa*, *Pseudanabaena mucicola* e *Aphanocapsa sp.* apareceram em todas as amostras analisadas, enquanto as clorofíceas apresentaram 8 táxons constantes, com *Kirchneriella sp.* aparecendo em 100% das amostras. Outras espécies de clorofíceas apareceram em mais de 50%: *Akistrodesmus convolutus* (13 pontos), *Chlorococcum humicola* (13 pontos), *Trebouxia cladoniae* (12 pontos), *Actinastrum hantzchii* (11 pontos), *Koliella longiseta tenuis* (12 pontos) e *Schroederia indica* (9 pontos).

O gênero *Kirchneriella*, foi encontrado em todos os pontos de amostragem em nov/12 e fev/13, e só não foi registrado em apenas ponto 1 em outubro de 2013. A presença constante deste gênero está associada a elevados teores de nutrientes e mostra grande adaptabilidade a estas condições extremas, constatado em outros ambientes em condições semelhantes (TUCCI *et al.*, 2006; LIU *et al.*, 2010; DOMINGUES e TORGAN, 2012). A espécie *Schroederia indica* também foi constante, aparecendo em todos os pontos em novembro de 2012 e ausente em quatro pontos em fevereiro de 2013.

As diatomáceas foram representadas principalmente pelas espécies *Aulacoseira distans* e *Aulacoseira granulata var. Angustissima* nos dois primeiros períodos de coleta, e apenas *Aulacoseira distans* foi a espécie constante do grupo. O gênero *Aulacoseira* pode ser frequente, podendo ser encontrado nas quatro estações do ano (RAUPP *et al.* 2006) e apresentar co-dominância com espécies de cianobactéria (GRABOWSKA, 2012).

As espécies *Rhodomonas minuta* e *Cryptomonas brasiliensis* foram constantes nos três períodos estudados, sendo a espécie *Rhodomonas minuta* constante em 100% das amostras analisadas. A espécie do mesmo gênero, *Cryptomonas brasiliensis*, foi registrada em todas as amostras em fev/13 e out/13, e esteve ausente apenas nos pontos da região fluvial e no ponto 5 em nov/12. Geralmente as criptofíceas são encontradas em ambientes mesotróficos ou eutróficos (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

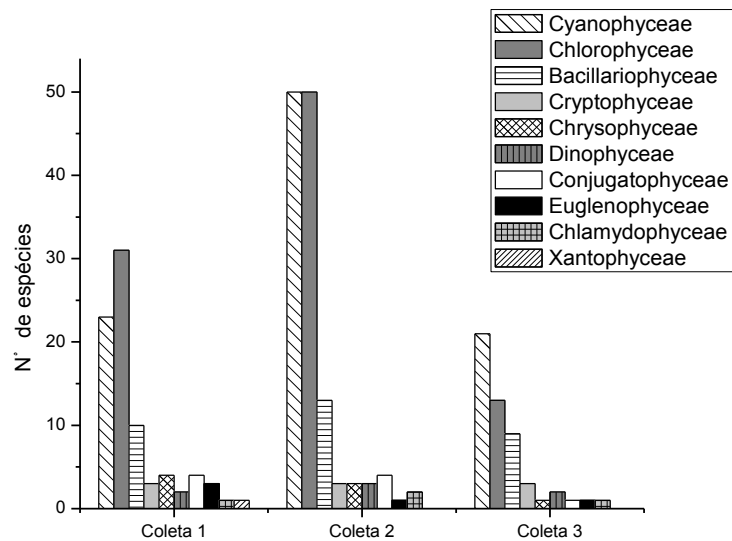


Figura 39 Número de táxons representados por classe registrados em novembro de 2012 (coleta1), fevereiro de 2013 (coleta 2) e outubro de 2013 (coleta 3) no reservatório de Foz do Areia.

5.1.2.2 Biomassa Fitoplanctônica

O reservatório de Foz do Areia registrou forte floração nos meses de novembro/12 e fevereiro/13, apresentando densidades totais próximas ou acima de $300.000 \text{ ind.mL}^{-1}$ na primeira coleta, e o registro de $430.094 \text{ ind.mL}^{-1}$ no primeiro ponto localizado na região fluvial. O período de outubro de 2013 registrou baixa densidade total, com ausência de floração, diferindo dos valores registrados por Brassac *et al.* (2009), para o mesmo mês, onde houve formação de maciça floração de cianobactéria ultrapassando 1 milhão de células por mililitro. A média para o fitoplâncton total em nov/12 foi de $101.596 \text{ ind.mL}^{-1}$, em fev/13 foi de $127.679 \text{ ind.mL}^{-1}$, e em out/13 uma densidade de $5.226 \text{ ind.mL}^{-1}$.

Os baixos valores de densidade registrados em out/13 podem está relacionados com a abertura das comportas do reservatório, que podem ter ocasionado o colapso da comunidade biótica à montante.

As cianobactérias predominaram nos dois primeiros períodos amostrados ao longo de um gradiente horizontal, mostrando forte dominância, principalmente a espécie *Microcystis aeruginosa* (Figura 5). Em nov/12 esta espécie registrou maiores

densidades na região lacustre, com 201.080 ind.mL⁻¹ no ponto 8, e de 166.360 ind.mL⁻¹ no ponto 9 (Figura 5). Já em fev/13 suas densidades foram mais elevadas, registrando densidades de 409.308 ind.mL⁻¹ no ponto 1, e de 241.489 ind.mL⁻¹ no ponto 3. A espécie *M. aeruginosa* é uma espécie frequentemente encontrada em ambientes eutrofizados, sendo apontada como responsável por fortes florações (REYNOLDS 2002; SANT'ANNA *et al.* 2004; CHELLAPPA *et al.*, 2009; ROLLAND *et al.* 2009; WANG *et al.*, 2011; MÜLLER *et al.*, 2012; LIU *et al.* 2012) e problemas sanitários relacionados a toxicidade (REICHWALDT e GHADOUANI, 2012; BLACK, 2011).

Em outubro de 2013 a distribuição da densidade entre as classe foi mais equitativa (Figura 5), com as clorofíceas e as criptofíceas apresentando os maiores valores de densidade. Os pontos das regiões intermediárias e lacustre apresentaram maior abundância fitoplanctônica, com suas maiores densidades registradas nos pontos da região litorânea (P4, P7 e P9). A classe das clorofíceas foi a mais representativa com densidades médias de 2.037 ind.mL⁻¹.

Os pontos coletados à dois metros de profundidade apresentaram elevada densidade em nov/12 e fev/13, principalmente o ponto 8 que localizado na zona limnética da região lacustre, onde a zona fótica é mais profunda e migração vertical das espécies são favorecidas pela baixa turbulência das águas. A ausência *Sphaerovavum brasiliense* na camada sub-superficial do ponto 8 e o registro de elevada densidade da mesma espécie à dois metros de profundidade nos dois primeiros períodos estudados, é explicado pela migração vertical. A presença de aerótopos nas espécies *M. aeruginosa* e *S. brasiliense* possibilitam estas espécies migrarem na coluna d'água para o melhor aproveitamento de radiação e nutrientes (GENTIL *et al.*, 2008; SANT'ANNA *et al.*, 2012).

Embora tenha ocorrido formação de uma nata superficial causada pelo acúmulo de cianobactérias em nov/12, o registro das maiores densidades ocorreu em fev/13, onde *M. aeruginosa* e *S. brasiliense* co-dominaram, embora *M. Aeruginosa* tenha apresentado valores superiores (Figura 4 e 5). Outros táxons tiveram relativa importância na contribuição da densidade fitoplanctônica em fev/13; como *Microcystis wesenbergii* com suas maiores densidades no ponto 7 (27.925 .mL⁻¹) e no ponto 12 (22.226 ind.mL⁻¹), e *Aphanizomenon gracile*, *Aphanocapsa koordesii* e *Aphanocapsa sp.* (Figura 5).

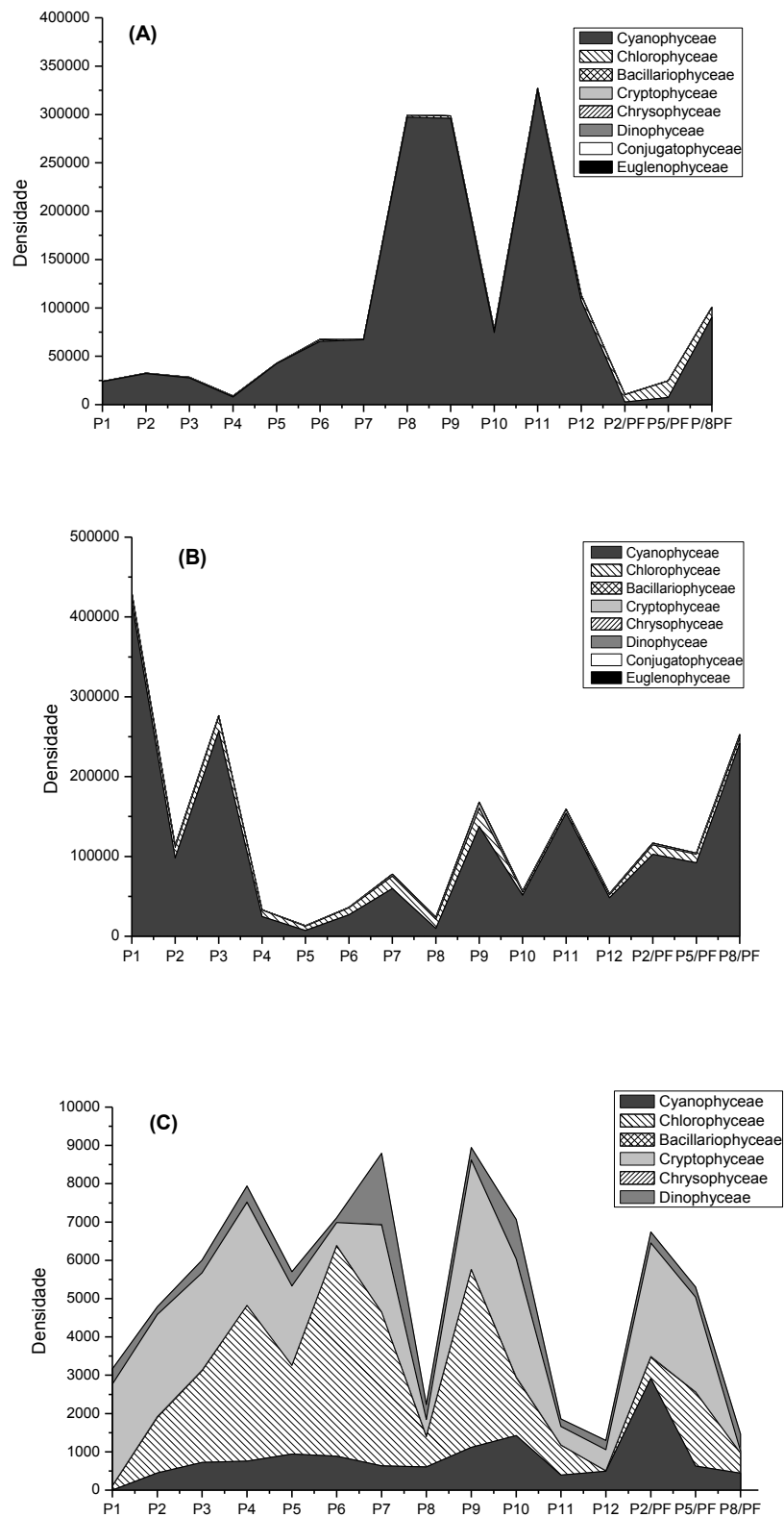


Figura 40: Representação da distribuição horizontal da densidade fitoplanctônica separado por classe encontrados no reservatório de Foz do Areia nos três períodos amostrados; novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C).

Temperaturas da água mais elevadas com valores médios de 25,9 °C e concentrações médias de NO_3^- de 242,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ podem ter contribuído no aumento da floração em fev/13, no entanto *M. aeruginosa* não apresentou correlação significativa ($p < 0,05$) com a temperatura da água ($r = -0,02$, $p = 0,9$), mas apresentou correlação positiva significativa com o NO_3^- ($r = 0,62$, $p < 0,001$). Entretanto, a *M. aeruginosa* foi melhor correlacionada o P-total ($r = 0,67$, $p < 0,001$). Gobler *et al.* (2007), sugere que as florações de *Microcystis* podem ser limitadas pelas concentrações de nitrogênio, indicando ser um fator importante para o desenvolvimento da espécie. A espécie *M. aeruginosa* foi correlacionada positivamente com as espécies *Rhodomonas minuta* ($r = 0,60$; $p < 0,001$) e *Pseudanabaena mucicola* ($r = 0,57$, $p < 0,001$) nesse mesmo período.

Em novembro de 2012, *P. mucicola* foi a segunda espécie mais abundante, apresentando as maiores densidades nos pontos 8, 9 e 11 (Figura 5). A espécie *Sphaerocavum brasiliense* e *Microcystis protocystis* também apresentaram importante contribuição para a densidade média total. A maior densidade de *S. Brasiliense* foi registrada no ponto 11 (190.212 cels.mL⁻¹) que fica localizado no tributário Rio do Areia localizado próximo a barragem.

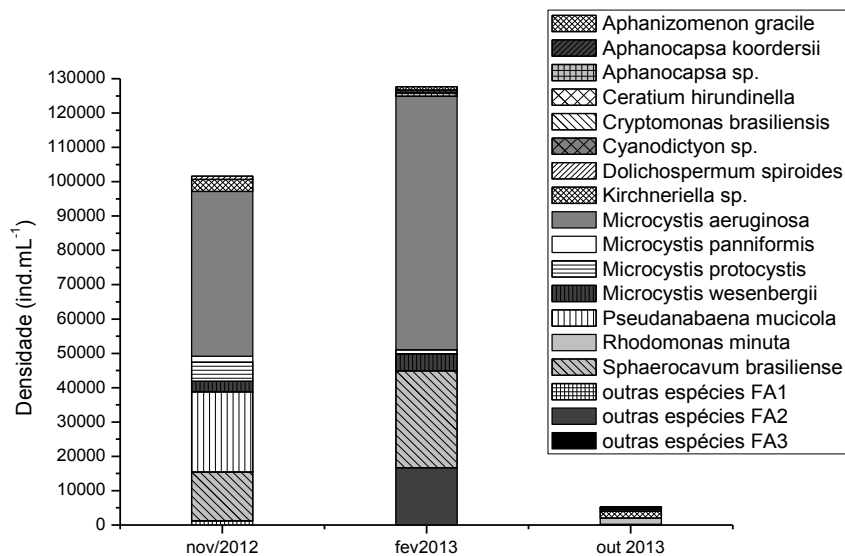


Figura 41: Contribuição dos táxons mais abundantes para densidade fitoplanctônica total encontrados nos três períodos de coleta (nov/12, fev/13, e out/13) no reservatório de Foz do Areia.

As espécies *Microcystis aeruginosa* e *Pseudanabaena mucicola* estiveram fortemente correlacionadas ($r= 0,78$, $p< 0,001$) em fev/13, indicando que *Microcystis aeruginosa* influenciou positivamente o desenvolvimento das populações de *P. mucicola* e vice-versa, podendo indicar relação interespecífica, uma vez que os espécimes de *P. mucicola* foram encontradas quase sempre aderidas à mucilagem das colônias de *M. aeruginosa*, apresentando uma distribuição de densidade proporcionalmente similar à de *M. aeruginosa* ao longo do eixo horizontal (Figura 6). Lagos (2009), observou o mesmo padrão de associação interespecífica. Em fevereiro semelhança também ocorreu, embora os valores de densidade de *P. mucicola* apresentarem valores bem mais baixos.

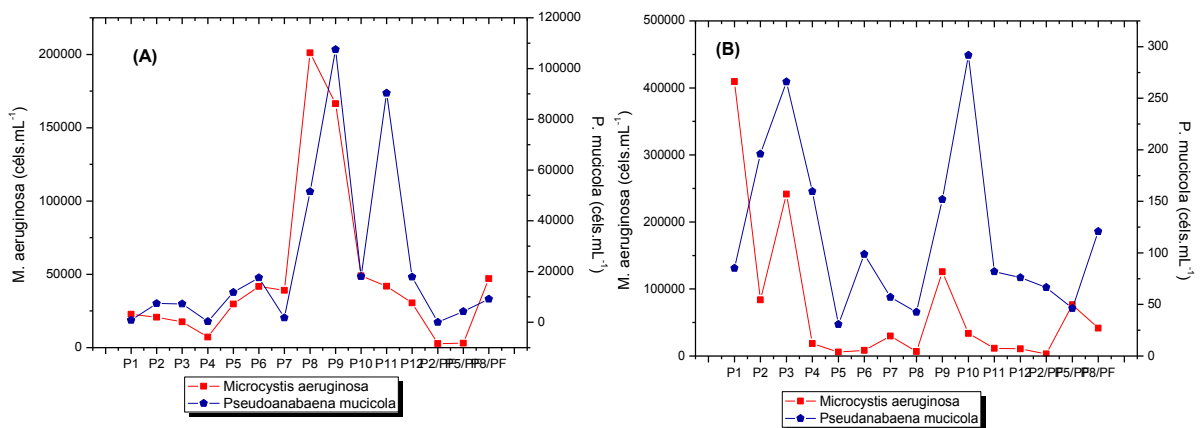


Figura 42: Distribuição horizontal das densidades de *Microcystis aeruginosa* e *Pseudanabaena mucicola* indicando a relação entre as duas populações registradas nos meses de novembro de 2012 (A) e fevereiro de 2013 (B) no reservatório de Foz do Areia.

5.1.2.3 Concentração de Clorofila-a

As concentrações de clorofila-a foram maiores em outubro de 2013 com uma concentração média de $21,5\mu\text{g.L}^{-1}$ que podem indicar ocorrência de floração, no entanto as densidades total de fitoplâncton não apresentaram valores típicos de ambientes eutrofizados. Segundo Wetzel (1983), essas concentrações são típicas de ambiente eutróficos, pois apresentam concentrações superiores a $10\mu\text{g.L}^{-1}$. Nesse período a clorofila-a não apresentou correlação positiva com o fitoplâncton,

mas foi correlacionada positivamente com o P-total ($r= 0,62$, $p< 0,001$) indicando contribuição do mesmo para as concentrações de clorofila-a.

O segundo período apresentou concentrações mais baixas com um valor médio de $9,3 \mu\text{g.L}^{-1}$, embora nos pontos da região fluvial as concentrações ultrapassaram $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figura 7). As concentrações mais elevadas de clorofila-a na região fluvial corroboram com os valores de densidade fitoplanctônica para o mesmo período, onde os valores também foram mais elevados. Nesse mês o reservatório foi classificado como mesotrófico de acordo com as concentrações de clorofila-a. A clorofila-a apresentou correlação positiva com a maioria das variáveis analisadas, mas as correlações mais importantes foram; pH ($r= 0,50$, $p= 0,002$), turbidez ($r= 0,59$, $p< 0,001$), alcalinidade ($r= 0,69$, $p< 0,001$), P-total ($r= 0,64$, $p< 0,001$), nitrato ($r= 0,77$, $p< 0,001$), *M. aeruginosa* ($r= 0,59$, $p< 0,001$), *P. Mucicola* ($r= 0,52$, $p= 0,002$), e com a densidade total de fitoplâncton ($r= 0,47$, $p= 0,004$).

Em novembro de 2012 as concentrações foram classificadas para ambientes eutrofizados apresentando uma concentração média de $18,45 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Tabela 3). A região fluvial e lacustre apresentou concentrações médias de $22,07 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $20,86 \mu\text{g.L}^{-1}$ respectivamente, indicando serem as regiões mais produtivas. Nesse mês a clorofila-a apresentou correlação linear significativa com *M. aeruginosa* ($r= 0,45$, $p= 0,006$), *P. Mucicola* ($r= 0,35$, $p= 0,03$), e com *R. Minuta* ($r= 0,39$, $p= 0,0016$), sendo as duas primeiras espécies dominantes.

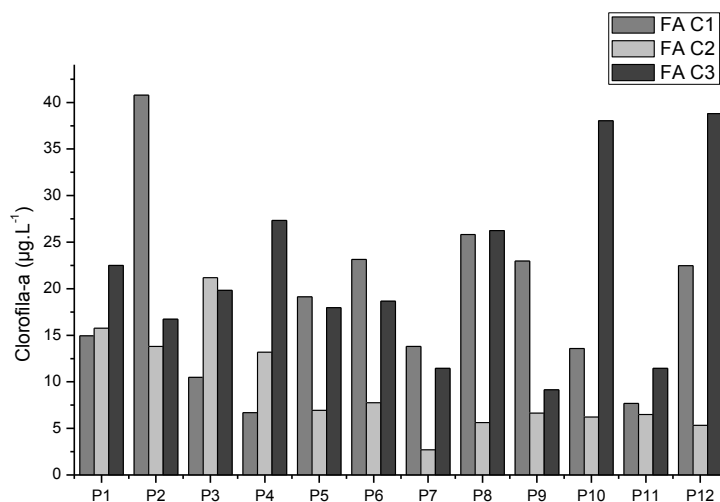


Figura 43: Concentração de clorofila nos pontos de amostragem em novembro de 2012 (C1), fevereiro de 2013 (C2), outubro de 2013 (C3).

5.1.2.4 Índices de Diversidade e Equitabilidade

O índice de diversidade de Shannon (H') foi baixo no período de nov/12, pois em todos os pontos amostrado foi observado índices abaixo de $2,0 \text{ bits.ind}^{-1}$, onde 66% das amostras apresentaram índices abaixo de $1,0 \text{ bits.ind}^{-1}$, considerados muito baixos. O ponto localizado na zona limnética da região lacustre (ponto 8) obteve uma diversidade mais elevada ($1,42 \text{ bits.ind}^{-1}$). Os baixos índices de diversidade neste período estão relacionados com a ocorrência de floração principalmente de *Microcystis aeruginosa*, espécie que dominou.

Em fevereiro de 2013 a diversidade foi mais elevada, com 27% das amostras (P4, P6, P8 e P12) apresentando diversidade média ($>1,5 \text{ bits.ind}^{-1}$) com uma melhor distribuição da densidade total entre as espécies, embora neste período tenha ocorrido forte floração com a dominância de *M. aeruginosa* e maiores densidades de *Sphaerocavum brasiliense*, indicando maior resiliência das espécies mesmo em períodos de grande instabilidade ambiental.

A última coleta foi marcada por menor número de espécies, de densidade e ausência de floração de cianobactérias. Comparando a diversidade dos pontos, foi observado maior uniformidade ao longo do gradiente horizontal, porém com baixa diversidade. Apenas o ponto 8 e 12 apresentaram média diversidade com $1,94 \text{ bits.ind}^{-1}$ e $1,54 \text{ bits.ind}^{-1}$ respectivamente.

A equitabilidade foi muito baixa no período de nov/12, com valores abaixo de 0,5. A baixa uniformidade resulta da dominância de *M. aeruginosa* e *P. mucicola* com o menor índice registrado no ponto 1 (0,094). Os pontos 12 (0,66) e 8 à profundidade de 2 m (0,56) apresentaram médio índice de equitabilidade. Em fev/13 a equitabilidade foi um pouco mais elevada, mas foi considerada baixa, e em out/13 a equitabilidade foi média em 87% dos pontos amostrados e elevada nos P12 (0,7) e P8/PF (0,79).

Ao comparar o ponto 8 coletado a subsuperfície com o ponto 8 à dois metros de profundidade percebe-se um aumento da diversidade e equitabilidade na amostra de profundidade em nov/12. Já em fev/13, os índices de diversidade e equitabilidade são menores na subsuperfície e maiores à dois metros de profundidade. A diferença nos índices em relação à profundidade pode ser explicada pela mudança de nicho

de *M. aeruginosa* através da migração vertical em busca de condições ótimas para o desenvolvimento da população.

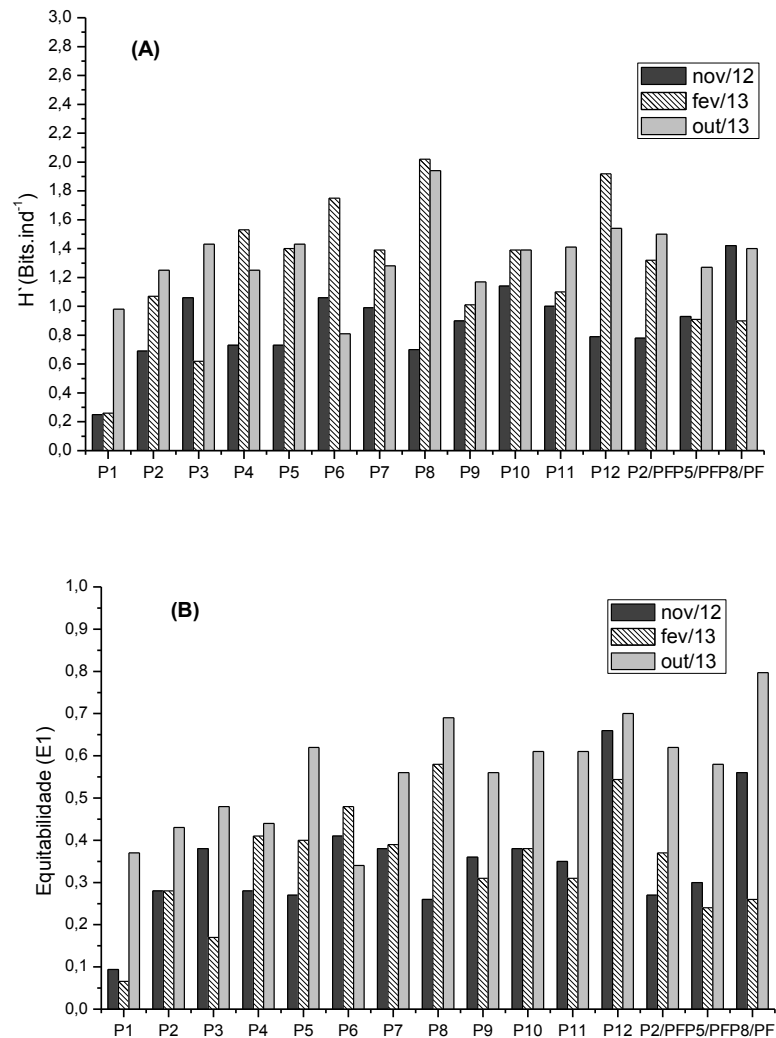


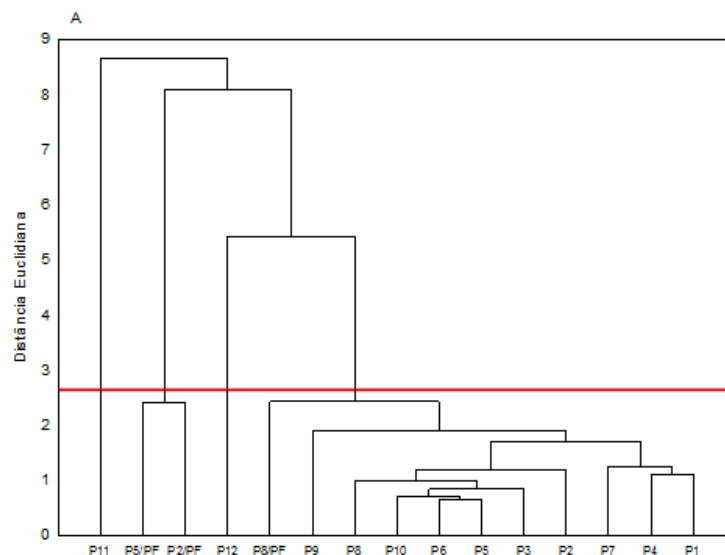
Figura 44: Índices de diversidade (H') (A) e equitabilidade (B) representados por ponto de coleta nos três períodos estudados no reservatório de Foz do Areia: nov/12, fev/13 e out/13.

5.1.3 Análise Estatística dos Dados

5.1.3.1 Análise de Agrupamento

Os três períodos estudados apresentaram agrupamentos bem distintos. Em novembro de 2012, à nível de corte entre as distâncias 2 e 3, foram observados dois grupos distintos e os pontos P11 e P12 apresentando maior dissimilaridade em relação aos outros pontos (Figura 9). O maior grupo reuniu pontos das três regiões do reservatório, com os pontos 5 e 6 apresentando a menor distância euclidiana (0,65), ambos localizados na região intermediária, onde as densidades de *Microcystis aeruginosa* e *Pseudanabaena mucicola* foram mais proporcionais. Os pontos 1, 4 e 7 foram subagrupados com uma distância entre as ligações de 1,25, tendo como característica a localização na região litorânea. O segundo grupo foi representado pelos pontos de profundidade (P2/PF e P5/PF) da região limnética.

O mês de fevereiro apresentou maior dissimilaridade entre os pontos, e três grupos foram formados com corte entre as distâncias 5 e 7 (maior salto), o maior grupo da esquerda para direita em importância decrescente de dissimilaridade, e o segundo grupo formado pelos pontos de profundidade (P2/PF e P8/PF) e o P11. Os pontos mais similares foram 1 e 3 com uma distância de 0,59 e os pontos 2 e 9 (0,85). Os pontos 1 e 3 apresentaram melhor distribuição de densidade entre as espécies das cianobactérias. Outubro/13 apresentou apenas um agrupamento de maior similaridade, baseado no corte entre 0,5 e 1,0, onde ocorreu o maior salto, considerando a maior distância em que os grupos foram formados. Os pontos 9 e 4 foram os mais similares apresentando uma distância de 0,38, pontos em que houve semelhança entre as densidades das espécies de *Kirchneriella sp.*, *Cryptomonas brasiliensis*, *Rhodomonas minuta*, *Dinobryon bavaricum* e *Ceratium hirundinella*.



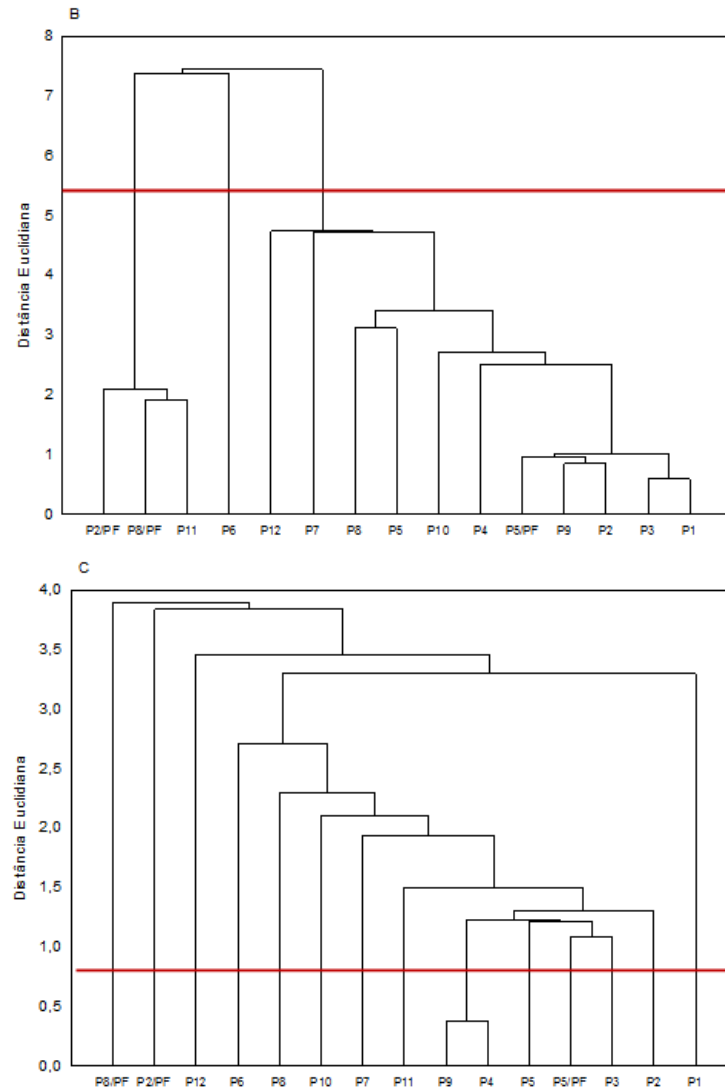


Figura 45: Distância Euclidiana obtida nos pontos amostrados com base nos dados de densidade dos táxons encontrados em novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C) no reservatório de Foz do Areia.

5.1.3.2 Análise de Componentes Principais (ACP) – Ordenação das Variáveis Bióticas e Abióticas

A análise de componentes principais foi baseada nos autovalores maiores do que 1 que expliquem 70% da variabilidade total, com o primeiro componente explicando 48,29% da variabilidade total e o segundo componente explicando 22,55%.

As variáveis foram separadas em três grupos distintos. O grupo contido na elipse maior no lado positivo do CP 1 apontam principalmente que as concentrações de P-total e N-total combinadas as elevadas temperaturas contribuíram para as florações de *Microcystis aeruginosa*, *Pseudanabaena mucicola*, *Dolichospermum spiroides* (Figura 10). Analisando ainda as correlações no CP 1, foi observado no IV quadrante do lado positivo que o Fito-total, *M. aeruginosa*, condutividade e o potencial redox estiveram subagrupados. A associação de *Dolichospermum spiroides*, *P. Mucicola*, N-org e P-total foram associados a primeira coleta.

O maior grupo foi o que melhor explicou as correlações entre as variáveis com o componente principal 1, em que o N-total apresentou a maior correlação (0,98), seguidos de P-total (0,95), *Pseudanabaena mucicola* (0,94), e *Microcystis aeruginosa* (0,91).

O oxigênio dissolvido (OD), o pH e *Rhodomonas minuta* não estiveram associados a nenhuma período em específico e foram agrupadas no III quadrante no lado negativo do CP 1. Já *Ceratium hirundinella* foi agrupado com COD e associado a coleta 3, localizados no lado negativo (II quadrante) do CP 1, sugerindo que o COD influenciou o desenvolvimento das populações de *C. hirundinella*, ou até mesmo que a biomassa dessa espécie tenha contribuído para as concentrações do carbono orgânico dissolvido.

O componente principal 2 (CP 2) explica melhor as variáveis abióticas P- PO_4^{3-} (0,83) do lado positivo, e N- NO_2^- (-0,89), N- NH_3 (-0,78), e N- NO_3^- (-0,74) do lado negativo. A clorofila-a foi explicada pelo CP 2 (II quadrante) e não foi associada a qualquer espécies fitoplanctônica ou período, podendo indicar que todas as espécies analisadas de uma forma geral contribuíram para os valores de concentração de clorofila. *Sphaerocavum brasiliense* e *Kirchneriella sp.* estiveram associados a coleta 2 (fev/13) e foram explicados pelo CP 2.

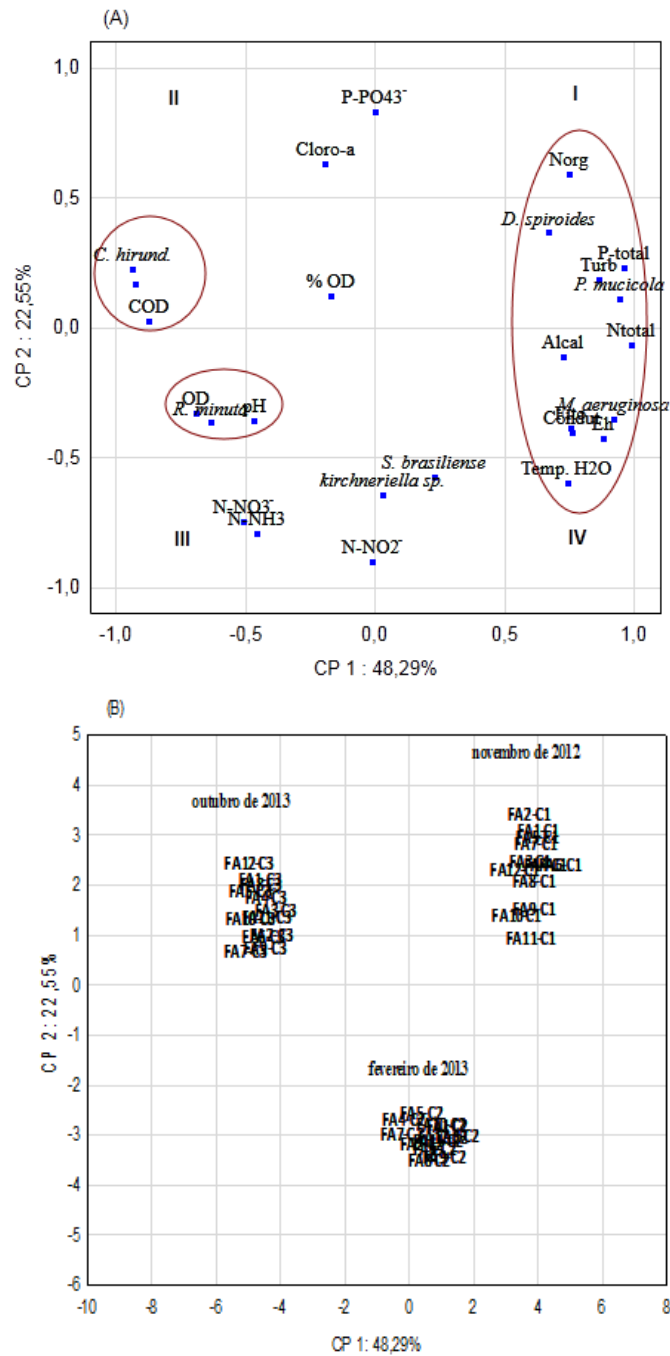


Figura 46: Associação entre as variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Foz do Areia comparando os três períodos estudados; novembro de 12, fevereiro de 2013 e outubro de 2013, utilizando análise de componentes principais 1 e 2. (A) - Densidade das espécies mais abundantes e variáveis físicas e químicas. (B) - Pontos do reservatório em cada período amostrado. Abreviações: Fito.=densidade fitoplânctônica total, *Ceratium hirundinella*=*C. hirund.*, Cloro-a=clorofila-a, Turb.=turbidez, Alcal.=alcalinidade, Conduct.=condutividade, e Temp. H₂O=temperatura da água.

5.2 RESERVATÓRIO DE SEGREDO

5.2.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água

A temperatura da água foi mais elevada em fevereiro de 2013, com um valor médio de 26,73°C. Em outubro/13 a temperatura da água foi mais baixa, com um valor de 20,8% °C.

A temperatura da água na subsuperfície influenciou positivamente as populações de *M. aeruginosa* ($r= 0,53$, $p= 0,004$) e negativamente *Dolichospermum spiroides* ($r= -0,43$, $p= 0,027$) em nov12. Em reservatórios, e fraca mistura vertical ou até mesmo a ausência de mistura vertical associado à elevada temperatura nas camadas superiores do reservatório são condições ótimas para o desenvolvimento de *M. aeruginosa*, aliado ainda, a vantagem da regulação de fluatibilidade (BONNET e POULIN, 2002). A correlação negativa com *D. Spiroides* pode indicar intolerância, em virtude disso as populações dessa espécie podem ter migrado para regiões mais profundas na coluna d'água. Em horários de forte incidência muitas populações migram para as camadas mais profundas na coluna d'água, onde as condições quali-quantitativas da radiação são mais favoráveis.

Em fev/13 a temperatura da água apresentou correlação positiva com *M. aeruginosa* ($r= 0,51$, $p= 0,007$), *Sphaerocavum brasiliense* ($r= 0,53$, $p= 0,004$), e forte correlação positiva com *P. Mucicola* ($r=0,84$, $p<0,001$), indicando que a temperatura foi um fator determinante no desenvolvimento da floração das cianobactérias.

A temperatura da água mostrou correlação positiva com o N-total ($r= 0,50$, $p= 0,007$) em nov/12, e forte correlação ($r= 0,93$, $p< 0,001$) positiva em fev/13. Segundo Cunha (2013), o critério de estado trófico para a temperatura pode superestimar as condições de enriquecimento em reservatórios tropicais e subtropicais.

Os maiores valores de pH no reservatório de Salto Segredo ocorreram em novembro de 2012, com valor médio de 9,35 em decorrência da intensa floração de cianobactérias, pois geralmente estes eventos elevam o pH do meio. No entanto, a correlação do pH com *M. aeruginosa* foi negativa ($r= -0,58$, $p= 0,001$), que foi a

espécie que mais contribuiu para a formação da floração. Outra espécie parece ter contribuído com os altos valores de pH; *Sphaerocavum brasiliense* ($r= 0,62$, $p= 0,001$), apesar de não ter apresentado densidades muito significativas. A condutividade apresentou forte correlação positiva com o pH ($r= 0,82$, $p< 0,001$), podendo indicar alta concentração de íons bicarbonato. Em fev/13 o pH foi melhor correlacionado com o N-NO_2^- ($r= 0,78$, $p< 0,001$), a N-NH_3 ($r= 0,65$, $p< 0,001$), e com *Kirchneriella sp.* ($r= 0,65$, $p< 0,001$). Em out/13, o pH apresentou uma forte correlação com OD ($r= 0,93$, $p< 0,001$) e com *Ceratium hirundinella* ($r= 0,49$, $p= 0,009$), podendo indicar que a espécie contribuiu para os valores de pH.

Os três períodos de estudo apresentaram águas bem oxigenadas, no entanto em nov/12 a concentração mínima de OD foi de $5,73 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tabela 8). Em nov/12 o OD apresentou forte correlação positiva com COD ($r= 0,7$, $p< 0,001$) sugerindo elevada taxa de decomposição da matéria orgânica. As espécies *P. Mucicola* ($r= -0,67$, $p< 0,001$) *M. aeruginosa* ($r= -0,38$, $p= 0,045$) e *Kirchneriella sp.* ($r= -0,47$, $p= 0,01$) em fev/13 podem ter contribuído negativamente para as concentrações de OD evidenciado pelas correlações obtidas com as mesmas. Em out/13 o OD apresentou maiores concentrações, com um valor médio de $9,62 \text{ mg.L}^{-1}$, e foi correlacionado positivamente com o pH ($r= 0,93$, $p< 0,001$) e a clorofila-a ($r= 0,62$, $p= 0,001$).

O parâmetro turbidez apresentou baixos valores médios nos três períodos estudados, no entanto em fev/13 o valor máximo referente ao ponto 8 (região lacustre) foi de 98,3 UNT. Neste período a turbidez apresentou correlação apenas com parâmetros biológicos, apresentando forte correlação positiva com *Ceratium hirundinella* ($r= 0,81$, $p< 0,001$), mostrando um forte indício de que a *C. hirundinella* contribuiu positivamente com o aumento da turbidez. As outras espécies que apresentaram correlação com a turbidez foram: *Sphaerocavum brasiliense* ($r= -0,62$; $p< 0,001$), *Schroederia indica* ($r= -0,57$, $p= 0,002$), e *Dolichospermum spiroides* ($r=0,52$, $p= 0,006$).

Em nov/12 a turbidez foi fortemente correlacionada com a temperatura da água ($r= 0,9$, $p< 0,001$) e com o potencial redox ($r= -0,75$, $p< 0,001$). Em outubro/13 o COD foi correlacionado negativamente com a turbidez ($r= -0,62$; $p= 0,001$), sugerindo que o COD não influenciou a turbidez nesse período. O valor máximo do parâmetro potencial de redox foi de 101,6 mV em nov/12 revelando um meio oxidante. Já em outubro/13, os valores foram típicos de um meio redutor.

Tabela 6: Concentrações das variáveis abióticas encontradas no reservatório de Segredo durante o período estudo.

Variáveis	Novembro de 2012			Fevereiro de 2013			Outubro de 2013		
	Média	Mín - Máx	Desv pad.	Média	Mín - Máx	Desv pad.	Média	Mín - Máx	Desv pad.
Temp H ₂ O (°C)	24,94	23,8 - 26	0,68331	26,73	25,6 - 29,7	1,28454	20,84	17,5 - 22,9	1,631054
pH	9,35	8,87 - 9,7	0,28056	8,30	7,9 - 8,65	0,249	8,89	7,62 - 9,67	0,577927
OD (mg.L ⁻¹)	7,76	5,73 - 8,71	0,90897	8,15	7,64 - 9,03	0,40119	9,62	8,16 - 10,5	0,622147
Condut (µS/cm ²)	13,33	10 - 18	2,98142	27,78	24 - 32	2,24983	3,67	2 - 6	1,414214
Turb (UNT)	17,59	14,1 - 24,4	3,45139	22,42	2,8 - 98,3	27,2343	16,82	11,4 - 26,2	4,591242
Eh (mV)	54,13	2 - 101,6	29,7687	63,20	35,1 - 96,6	17,0876	-113,25	-129 - -101	11,49837
Alcal (mEq.L ⁻¹)	314,83	228,1 - 459,3	63,7653	383,63	334,3 - 429,4	28,6453	242,06	187,1 - 276,9	24,10219

As concentrações do carbono orgânico dissolvido (COD) foram baixas na primeira coleta e apresentou valores mais elevados em fevereiro e outubro de 2013 (Figura 11). A maior concentração de COD em fev/13 ocorreu no ponto 1 (6940,03 µg.L⁻¹), por se tratar de uma região fluvial as concentrações são mais elevadas, mas outra provável explicação para elevada concentração é a relação com o COD autóctone devido elevada biomassa fitoplanctônica na região, que apresentou uma densidade média de 115.950 ind.mL⁻¹. O fitoplâncton pode apresentar associação com COD, uma vez que o fitoplâncton contribui para a concentração deste nutriente através dos produtos de degradação e excreção em períodos de floração em grande quantidade. Segundo Suhett (2006), em lagos profundos, como os reservatórios, o fitoplâncton é responsável pela maior parte da produção primária e excreção do COD autóctone para a água.

As maiores concentrações de carbono orgânico dissolvido foram registradas em outubro de 2013, onde seu valor médio foi de 6.546,4 µg.L⁻¹, e foi correlacionado positivamente com a temperatura da água ($r= 0,6$, $p= 0,001$) e negativamente com a turbidez ($r= -0,62$, $p= 0,001$).

As concentrações de P-total foram elevadas nas duas primeiras coletas (Figura 11). Segundo CCME (2004), o reservatório foi classificado como hipereutrófico, pois apresentou valores médios de 160,7 µg.L⁻¹ em nov/12 e 119,7 µg.L⁻¹ em fev/13. Em novembro de 2001 segundo Silva *et al.* (2005) o reservatório apresentou concentrações de 6 µg.L⁻¹, e Pagioro *et al.* (2005) constatou baixas concentrações (por volta de 15 µg.L⁻¹) no ano 2002. Em nov/12 e fev/13 o P-total apresentou correlação negativa com a clorofila-a, ($r= -0,61$, $p= 0,001$) em nov/12, ($r= -0,41$, $p= 0,032$) em fev/13, e positiva em out/13 ($r= 0,40$, $p= 0,038$). Apesar do P-total ter apresentado correlações negativas com a clorofila-a nos meses em que

ocorreram as florações, correlacionou positivamente com *Rhodomonas minuta* ($r=0,89$; $p<0,001$) em nov/12, e com *Sphaerocavum brasiliense* ($r=0,53$, $p=0,004$) e *Rhodomonas minuta* ($r=0,53$, $p=0,004$) em fev/13.

Na última coleta (out/13) os valores foram mais baixos, mas ainda assim apresentou uma concentração média elevada, de $74,2 \mu\text{g.L}^{-1}$. Segundo o IAP (2009), no ano de 2006 os valores de P-total foram de $11 \mu\text{g.L}^{-1}$, evidenciando que as concentrações de P-total aumentaram ao longo dos anos devido ao aumento da poluição dentro da bacia hidrográfica.

Nos dois primeiros períodos de coleta o P-total apresentou correlação negativa com a clorofila-a ($r=-0,61$; $p=0,001$) em nov/12, e em fevereiro de 2013 ($r=-0,41$, $p=-0,032$). Geralmente ocorre, elevação das concentrações de clorofila-a em decorrência de elevadas concentrações de P-total, indicando que provavelmente o fósforo total foi incorporado a biomassa fitoplanctônica.

De acordo com IAP (2009), as concentrações de P-total apresentaram baixas concentrações ($\leq 25 \mu\text{g.L}^{-1}$) de março/05 à julho/07. Analisando e comparando os valores de concentrações registrados nos anos anteriores no trabalho mencionado, com os elevados valores encontrados nos três períodos estudados, sugere-se que o reservatório de Segredo esteja passando por grandes alterações na qualidade da água, possivelmente em decorrência da eutrofização artificial. Segundo a SEMA (2013) a área do médio Iguaçu apresenta potencial contaminante por apresentar baixa infraestrutura de saneamento e classifica a qualidade das águas do médio Iguaçu como “moderadamente degradada”.

Tabela 7: Concentrações de nutrientes analisados no reservatório de Segredo durante o período estudado.

Variáveis	Novembro de 2012			Fevereiro de 2013			Outubro de 2013		
	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.	Média	Mín. - Máx.	Desv pad.
COD ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3237.8	2660.0 - 3590.0	308.5	4758.9	0.0 - 6940.0	1803.7	6546.4	3339.0 - 11523.3	2788.1
P-total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	160.7	109.5 - 225.7	33.9	119.7	82.1 - 175.2	28.5	74.2	49.5 - 133.7	23.5
P- PO_4^{3-} ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	6.1	0.6 - 13.5	4.0	0.1	-1.6 - 1.7	1.0	35.4	21.3 - 95.3	21.4
N- NO_2^- ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	2.4	1.6 - 4.1	0.8	10.1	9.8 - 10.5	0.3	15.9	5.1 - 26.4	6.0
N- NH_3 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	5.7	4.8 - 6.8	0.7	76.1	56.5 - 91.9	12.0	152.6	116.1 - 199.2	28.0
N- NO_3^- ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	41.3	31.3 - 59.1	7.7	459.1	410.4 - 513.8	30.9	99.5	40.9 - 154.4	30.3
N-org ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	2545.2	2059.3 - 3231.6	300.8	2380.3	1868.3 - 3437.8	537.8	*	* * * * *	*
N-total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	2594.5	2107.9 - 3280.8	302.0	2925.6	2373.8 - 3994.1	561.0	*	* * * * *	*

O nitrato apresentou concentrações superiores na segunda coleta (fev/13), com uma concentração média de $459,1 \mu\text{g.L}^{-1}$, e de acordo Vollenweider (1968), são concentrações típicas de lagos oligotróficos (Figura 11). Nesse período o nitrato apresentou correlação positiva com *M. aeruginosa* ($r= 0,54$, $p= 0,003$), e com *P. Mucicola* ($r= 0,42$, $p= 0,02$). Segundo Esteves (1998), o nitrato é a melhor de nitrogênio assimilada pelas espécies fitoplanctônica. Já o nitrogênio amoniacal apresentou concentrações baixas, com as maiores concentrações registradas em out/13 com valor médio de $152,6 \mu\text{g.L}^{-1}$.

O N-total (Figura 11) apresentou concentrações médias de $2594,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ na primeira coleta, e concentrações entre $2925,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ na segunda coleta (fev/13), diferentemente dos resultados obtidos por Borges, Train e Rodrigues (2008) para o mesmo reservatório no ano de 2002, que foi de $605,16 \mu\text{g.L}^{-1}$. Na segunda coleta, a distribuição horizontal da concentração do N-total foi típica de um reservatório (THORTHON, 1990). O N-total apresentou concentrações mais elevadas na região fluvial (pontos P1, P2 e P3) e decaimento das concentrações no sentido rio-barragem. Segundo Michard e Aleya (1995), as entradas de nitrogênio e fósforo podem ocorrer à montante do reservatório, resultados de fontes antrópicas que resultam na eutrofização do corpo aquático.

Thomaz, Bine e Alberti (1997) compartimentalizou o reservatório de Segredo com base nos parâmetros; turbidez, P-total, condutividade elétrica, ferro, alcalinidade e oxigênio dissolvido, e foi constatado que as concentração de N-total diminuem em direção à região lacustre-intermediária, diferentemente a distribuição do N-total na primeira coleta apresentou maiores valores encontrados na região intermediária.

Em nov/12 o N-total apresentou correlação negativa forte com o potencial redox ($r= -0,80$, $p < 0,001$), e forte correlação positiva com a N-org ($r= 0,99$, $p= 0,00$), podendo indicar que as condições mais redutoras do sistema associados às baixas considerações de OD estão diminuindo a capacidade de oxidação dos compostos nitrogenados. Nesse mês o ponto 6 localizado na zona limnética da região fluvial apresentou um potencial de oxirredução de 2,0 mV, uma concentração do OD de $7,76 \text{mg.L}^{-1}$, e uma concentração de N-total de $3280,86 \mu\text{g.L}^{-1}$ (correspondente ao valor máximo).

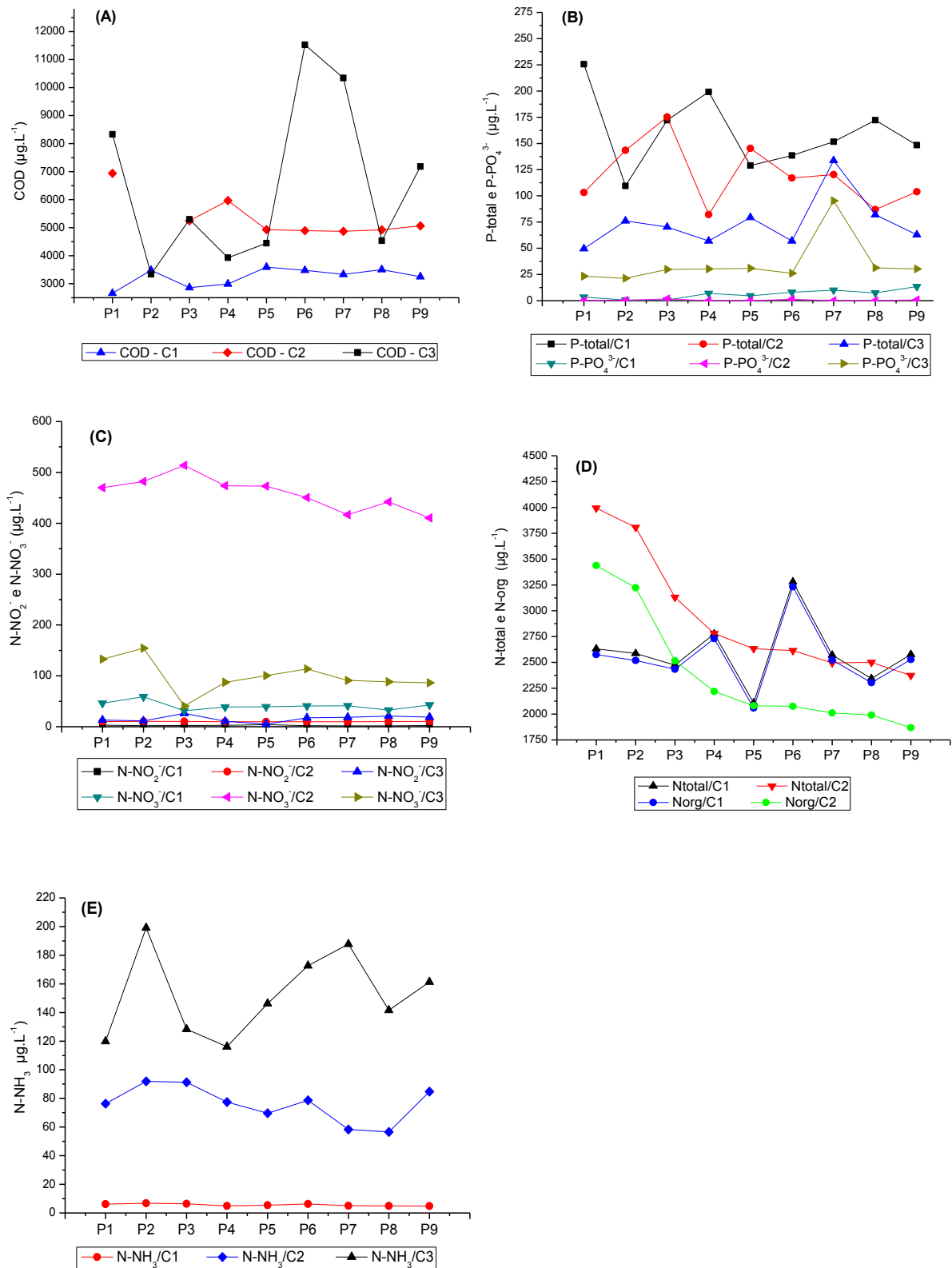


Figura 47: Distribuição horizontal por ponto de coleta das concentrações dos nutrientes no reservatório de Segredo: COD (A), P-total e P-PO_4^{3-} (B), NO_2^- e NO_3^- (C) N-total e N-org, (D), e (E) N-NH_3 em $\mu\text{g.L}^{-1}$. C1 = novembro de 2012; C2 = fevereiro de 2013, e C3= outubro de 2013.

5.2.2 Comunidade Fitoplanctônica

5.2.2.1 Composição Fitoplanctônica

A composição da comunidade fitoplanctônica para o período de estudo foi composto por 131 táxons distribuídos em 10 classes, dos quais 44 são do classe Cyanophyceae, 43 da classe Chlorophyceae, 24 da classe Bacillariophyceae, 7 da classe Conjugatophyceae, 3 da classe Cryptophyceae, 3 da classe Chrysophyceae, e 3 da classe Dinophyceae, 2 da classe Chlamydomonadales, um da classe Euglenophyceae, e um táxon da classe Xanthophyceae. O reservatório de Segredo apresentou elevado número de táxons para os três períodos de coletas. Foi realizado um estudo no mesmo reservatório em que o número de táxons encontrado foi de 108 (LUDWIG *et al. apud* BORGES, TRAIN e RODRIGUES, 2008).

As Cyanophyceae e Chlorophyceae contribuíram equitativamente para a riqueza de espécies. A classe da Cyanophyceae foi a que apresentou maior número de espécies, sendo representada principalmente pela ordem Chroococcales, onde os gêneros mais representativos foram; *Aphanocapsa* (6), *Dolichospermum* (5), e *Microcystis*, com cinco espécies.

A classe Chlorophyceae foi representada em 93% pela ordem *Chlorococcales sp.*, deixando evidente a importância dessa ordem para os trabalhos taxonômicos. No Brasil os autores referem-se ao grupo como o maior contribuinte para a riqueza de espécies, (SILVA *et al.*, 2005; BOVO-SOMPARI, 2008; BORGES *et al.*, 2008; GENTIL *et al.*, 2008), bem como autores de outros países (ROLLAND *et al.*; 2009; GUO *et al.*, 2010; LI *et al.*, 2013). No entanto, em reservatório eutrófico as cianobactérias podem apresentar riqueza expressiva (GRABOWSKA; 2012).

A riqueza apresentou notável diferença entre os meses, onde a o maior número de espécies foi encontrado em fevereiro de 2013, e o grupo que mais contribuiu para a riqueza de espécies foram as cianobactérias (39), seguido das clorofíceas (32). As diomáceas foram o terceiro grupo mais rico constituído de 12 táxons. Outros grupos tiveram pouca representatividade.

No segundo período de coleta as cianobactérias apresentaram 9 táxons constantes, aparecendo em de 50% das amostras, dos quais três pertenciam ao gênero *Aphanocapsa sp.*. As espécies *Microcystis aeruginosa*, *Pseudanabaena mucicola*, *Sphaerocavum brasiliense*, e *Merismopedia tenuissima*, foram encontradas em todos os pontos de coleta, sendo as três primeiras mais abundantes. Outras espécies de fitoplâncton conseguiram se desenvolver em períodos de forte floração de *Sphaerocavum brasiliense*, particularmente as espécies de cianobactérias. As clorófitas *Kirchneriella sp.* e *Trebouxia cladoniae* foram classificadas como constantes, bem como a diatomácea *Aulacoseira distans*, as criptófitas *Cryptomonas brasiliensis*, *Cryptomonas ovata* e *Rhodomonas minuta*. Essas espécies de criptófitas foram encontradas em 100% das amostras.

O período de novembro de 2012 a riqueza foi relativamente baixa em consequência da dominância de *M. aeruginosa* e *Pseudanabaena mucicola*. O total de táxons inventariados no período foi 68 táxons, onde a classe Cyanophyceae foi a mais representativa (24), seguidas das classe Chlorophyceae (16), e Bacillariophyceae (15). Os táxons de cianobactérias mais frequentes foram *Aphanocapsa sp.*, *Dolichospermum spiroides*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis aeruginosa*, e *Pseudanabaena mucicola*, das quais apenas *Aphanocapsa sp.* não apresentou constância de 100%. As clorófitas foram pouco representativas neste período se comparado à fev/13, em decorrência da dominância de *Microcystis aeruginosa*.

Em outubro de 2013 o número de espécies foi baixo. A composição florística apresentou 40 táxons, as clorófitas foram a classe mais representativa (15), seguidas das diatomáceas (10), cianobactérias (7). A baixa riqueza do fitoplâncton pode está ligado a vários fatores, principalmente à condições de exclusão competitiva com a dominância de uma ou duas espécies, excesso ou déficit de nutrientes, predação do fitoplâncton pelo zooplâncton, mas também podem estar relacionados à ação de substâncias aleloquímicas, que podem ser a causa de diminuição do número de espécies.

As cianobactérias em out/13 foram representadas apenas pelos táxons; *Aphanocapsa sp.*, *Cyanodictyon sp.*, *Dolichospermum crassum*, *Gloeocapsa rupestris*, *Microcystis pulchella*, e *Pseudanabaena sp.*, e os que apresentaram maior constância foi *Aphanocapsa sp.* e *Cyanodictyon sp.* A clorófitas foram

representadas principalmente por *Kirchneriella sp.*, e *Ankistrodesmus convolutus* sendo registradas em mais de 50% das amostras.

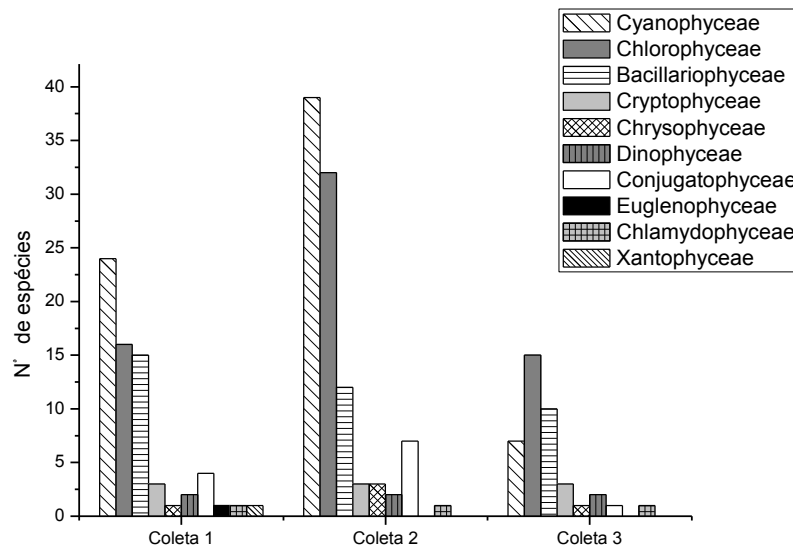


Figura 48: Número de táxons representados por classe registrados nos períodos de novembro de 2012 (coleta1), fevereiro de 2013 (coleta 2) e outubro de 2013 (coleta 3) no reservatório de Segredo.

5.2.2.2 Biomassa Fitoplanctônica

O reservatório de Segredo apresentou intensa floração em novembro de 2012 e fevereiro de 2013 causado pelas cianobactérias, que apresentaram densidades típicas de ambientes eutrofizado (Figura 14). Os valores de densidade neste dois períodos foram preocupantes, registrando densidades totais acima de $100.000 \text{ ind.mL}^{-1}$.

Em nov/12, das 12 amostras coletadas, 8 apresentaram densidades totais superiores a $100.000 \text{ ind. mL}^{-1}$, dentre estas, 5 pontos apresentaram valores acima de $200.000 \text{ ind.mL}^{-1}$. As cianobactérias contribuíram em 99% para a densidade total. O ponto P4 e o ponto P5/PF, ambos localizados na região intermediária do reservatório, apresentaram os maiores valores de densidade. A zona intermediária é caracterizada pela alta produtividade e biomassa devido a diminuição da velocidade

de fluxo, aumento do tempo de residência, que por sua vez contribuiu para o aumento da região fotossinteticamente ativa (THORNTHON, 1990; SOARES *et al.*, 2012).

As espécies de cianobactéria que apresentaram maior biomassa em nov/12 foram; *Microcystis aeruginosa*, com um valor médio de 137.176 ind.mL⁻¹, seguidas das espécies *Pseudanabaena mucicola* (71.379 ind.mL⁻¹), e *Sphaerocavum brasiliense* (4.157 ind.mL⁻¹), embora a densidade deste último ter sido bem menor (Figura 13). A espécie *Dolichospermum spiroides*, apresentou uma densidade relativamente baixa, com uma densidade média de 1192 ind.mL⁻¹, no entanto foi uma espécie que apareceu em todos os pontos. Nesse período *M. aeruginosa* apresentou correlação positiva com a temperatura da água ($r= 0,53$, $p= 0,004$), concordando com vários trabalhos que apontam a tolerância desta espécie à intensa radiação (REYNOLDS *et al.*, 2002). Também apresentou correlação positiva com o N-NH₃ ($r=0,67$, $p< 0,001$), indicando ser a forma de nitrogênio mais assimilada pela espécie. A espécie *Sphaerocavum brasiliense* apresentou correlação positiva com o pH ($r= 0,62$, $p= 0,001$).

A espécie *Microcystis aeruginosa* é uma espécie cosmopolita que geralmente é reportada a ambientes eutrofizados com a formação de intensas florações tanto em regiões de climas temperados quanto tropicais (MOISANDER *et al.*, 2009).

A classe Chlorophyceae em nov/12, foi representada principalmente por *Kirchneriella sp.*, que foi responsável pelos valores de densidade da classe, sendo indicada como um gênero comumente encontrado em ambientes eutrofizados (NOGUEIRA *et al.*, 2008; DOMINGUES, 2012). As criptofíceas apresentaram baixa densidade, mas foram importantes pela constância. As outras classes foram pouco representativas em termos de abundância.

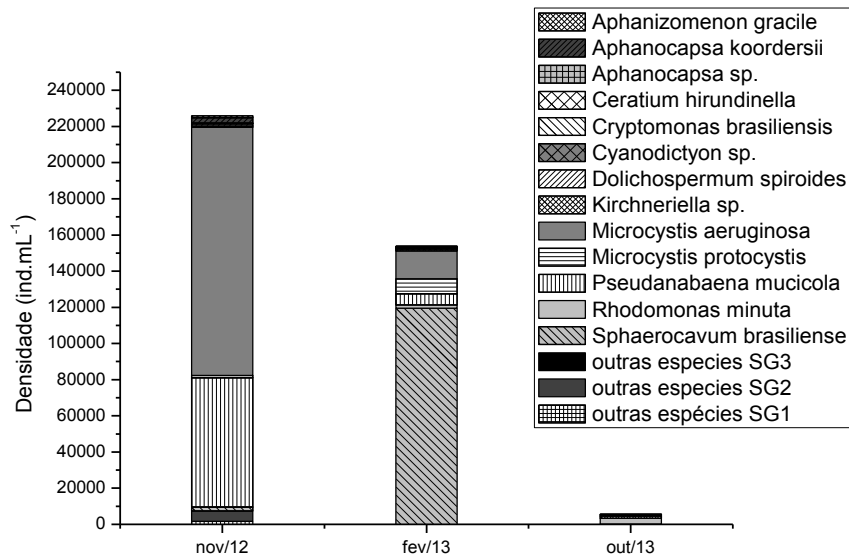


Figura 49: Contribuição dos táxons mais abundantes para densidade fitoplanctônica total encontrados nos três períodos de coleta (nov/12, fev/13, e out/13) no reservatório de Segredo.

O segundo período estudado foi marcado pela dominância de *Sphaerocavum brasiliense*, e por uma melhor distribuição da biomassa total entre as espécies, evidenciado pelo maior desenvolvimento de outras populações de cianobactéria (Figura 13). A espécie *Sphaerocavum brasiliense* apresentou média de 119.541 ind.mL⁻¹, sendo encontrada em todos os pontos. Já a espécie *Microcystis aeruginosa* foi menos abundante e apresentou uma média de 15.424 ind.mL⁻¹.

Abundâncias de *M. aeruginosa* elevada em novembro de 2012 e menores em fevereiro de 2013, associadas ao aparecimento e dominância da população de *Sphaerocavum brasiliense* pode ser indício que ocorreu um processo de sucessão sazonal das espécies de fitoplâncton no reservatório de Salto Segredo. Gentil *et al.* (2008) comprovam que pode ocorrer substituição da floração da cianobactéria *S. brasiliense* pela de *M. aeruginosa*, no entanto, para afirmar que ocorreu uma substituição seria necessário um estudo de monitoramento mensal. Reynolds *et al.* (2002), as espécies *M. aeruginosa* e *S. Brasiliense* pertencem ao mesmo grupo funcional M, que se referem principalmente a grandes monoculturas de *M. aeruginosa* sobrepostas por espécies como *S. Brasiliense* e promovem segregação através do controle de flutuabilidade nictemeral e são tolerantes a intensa radiação.

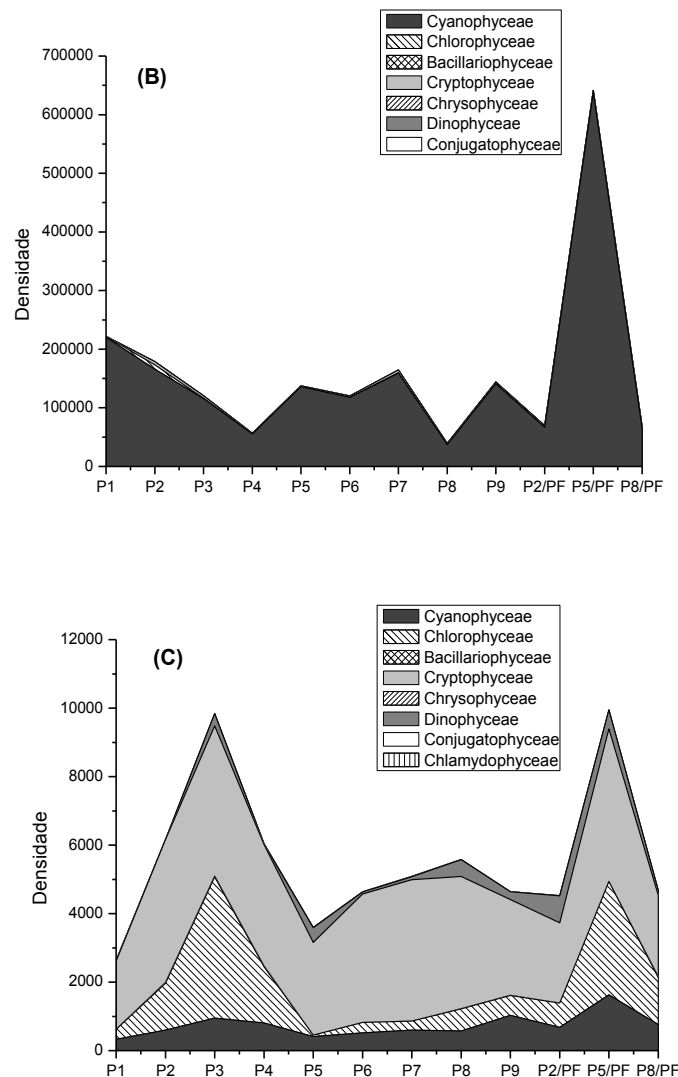


Figura 50: Figura: Representação da distribuição horizontal da densidade fitoplânctônica separado por classe encontrados no reservatório de Segredo nos três períodos amostrados; novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C).

Em outubro de 2013 a densidade total foi baixa em todos os pontos amostrados, no entanto foi observado em amostras qualitativas enormes quantidade de *Ceratium hirundinella*. Sua densidade foi mais expressiva neste período estudado, no entanto apresentou baixa densidade com uma média de 288 ind. mL^{-1} , e apresentou correlação positiva com o pH ($r= 0,50$, $p= 0,009$), e com o N-org ($r= 0,63$, $p< 0,001$). A classe Cryptophyceae foi a mais abundante, sendo representada principalmente pela espécie *Rhodomonas minuta* que apresentou uma densidade média de $3.289 \text{ ind.mL}^{-1}$, com sua maior densidade registrada no ponto P5/PF ($4.309 \text{ ind.mL}^{-1}$). As clorófitas foram o segundo grupo mais abundante

representado por *Kirchneriella sp.*, com uma média de 1.186 ind.mL⁻¹, com maior densidade registrada no ponto 4 (4.114 ind.mL⁻¹).

5.2.2.3 Concentração de Clorofila-a

As maiores concentrações de clorofila-a foram encontradas em nov/12 e out/13, com concentrações médias de 12,64 µg.L⁻¹ e 10,44 µg.L⁻¹ respectivamente. Em nov/12 as concentrações variaram pouco ao longo eixo longitudinal. Segundo Wetzel (1983), o reservatório foi classificado como eutrófico (Tabela 3).

A segunda coleta apresentou concentrações baixas de clorofila com uma tendência a oligotrofia, sendo a concentração média para o reservatório de 5,9 µg.L⁻¹. As maiores concentrações foram registradas na região intermediária apresentando uma média de 6,98 µg.L⁻¹. No último período estudado as concentrações registradas foram típicas de ambiente eutrofizado.

As clorofila-a nos dois primeiros períodos foi associada fracamente à amônia, com apresentou uma correlação linear com um coeficiente $r = 0,39$ a um nível de significância com $p = 0,043$ em nov/12. Já em fev/13 a correlação apresentou um coeficiente de correlação com $r = 0,43$ à nível de significância $p = 0,023$. Em outubro de 2013 a clorofila-a foi correlacionada com o pH ($r = 0,52$, $p = 0,005$), oxigênio dissolvido ($r = 0,62$, $p = 0,001$), turbidez ($r = 0,41$, $p = 0,035$), P-total ($r = 0,40$, $p = 0,038$), e com *Rhodomonas minuta* ($r = 0,42$, $p = 0,028$).

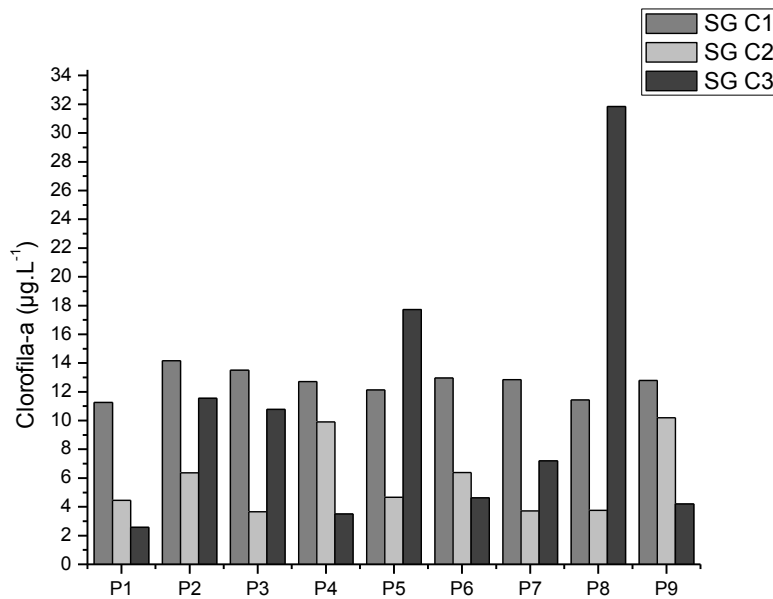


Figura 51: Concentração de clorofila-a nos pontos de amostragem em novembro de 2012 (C1), fevereiro de 2013 (C2), outubro de 2013 (C3) no reservatório de Segredo.

5.2.2.4 Índices de Diversidade e Equitabilidade

A diversidade de espécies no reservatório de Segredo foi baixa nos três períodos estudados. A menor diversidade em nov/12 e fev/13 está relacionada à dominância de *Microcystis aeruginosa* na primeira coleta, e na segunda coleta os baixos valores de diversidade são explicados pela dominância de *Sphaerocavum brasiliense*. Em ambos os períodos estudados essas espécies podem ter provocado a estagnação de muitas populações de fitoplâncton pouco resilientes.

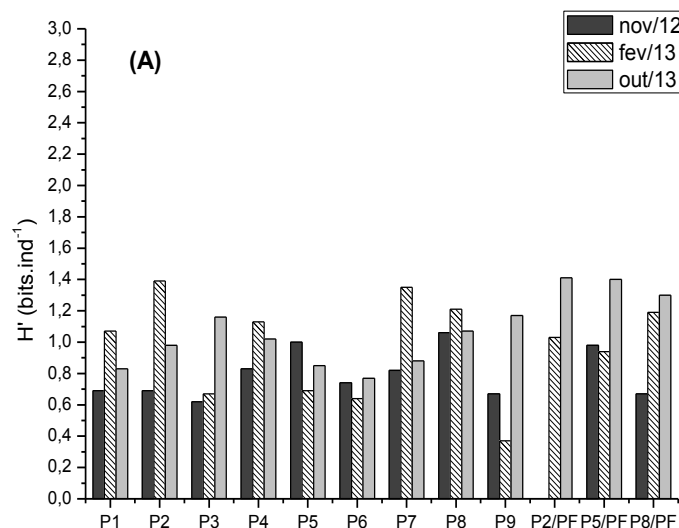
Foi observado valores de diversidade foram mais baixos em nov/12, e a região fluvial foi a que apresentou os menores índices de diversidade (Figura 16), com 0,62 bits.ind⁻¹ no P3. A região de transição apresentou índices de diversidade mais elevados, mas foram considerados baixos índices de diversidade (<2,0 bits.ind⁻¹). A maior diversidade para este período foi encontrada no ponto P8 da região lacustre, com um índice de 1,06 bits.ind⁻¹.

Os índices de diversidade em fevereiro/13 foram baixos, com os maiores índices registrados nos pontos P2 (1,39 bits.ind⁻¹) e P7 (1,35 bits.ind⁻¹) (Figura 16). O relativo aumento da diversidade nesse período, está diretamente ligado à melhor distribuição da densidade entre as espécies e desenvolvimento das espécies raras

que são representadas no presente trabalho pelas clorófitas, diatomáceas, crisófitas e conjugatofíceas. A região que apresentou maior diversidade foi a fluvial, com uma diversidade média de $1,04 \text{ bits.ind}^{-1}$.

A equitabilidade foi baixa nos dois primeiros períodos de coleta, evidenciados pelos valores do índice de equitabilidade (Figura 16). Em nov/12 e fev/13 os todos os pontos amostrados apresentaram índices menores do que 0,5. No último período estudado, o a comunidade mostrou-se mais equitativa, no entanto apenas os pontos P9, P2/PF, e P5/PF equitabilidade média. A comunidade fitoplanctônica nos três períodos foi caracterizada por menor grau de resiliência em decorrência do domínio de espécies de cianobactérias em nov/12 e fev/13, e em out/13 pela dominância de *Ceratium Hirundinella*.

Em outubro de 2013 os índices de diversidade foram mais elevados, próximos a $1,0 \text{ bits.ind}^{-1}$, contudo foram considerados baixos. A região intermediária apresentou os menores valores, onde o menor índice foi registrado no ponto P6 ($0,77 \text{ bits.ind}^{-1}$), e a maior diversidade no P2/PF ($1,41 \text{ bits.ind}^{-1}$). Ficou evidente que houve um maior equilíbrio trófico na camada mais profunda.



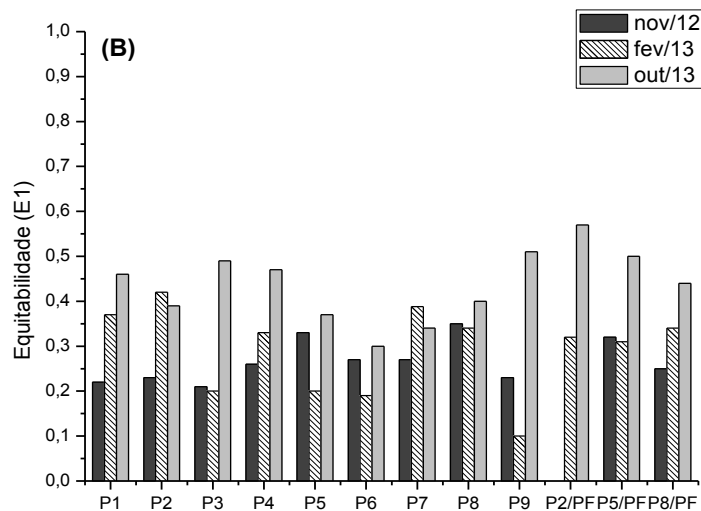


Figura 52: Índices de diversidade (H') (A) e equitabilidade ($E1$) (B) encontrados no reservatório de Segredo representados por ponto de coleta nos três períodos estudados: nov/12, fev/13 e out/13.

5.2.4 Análise Estatística dos Dados

5.2.4.1 Análise de Agrupamento

Análise da Distância Euclidiana foi realizada para analisar os agrupamentos e dissimilaridade entre os pontos baseados nos dados de densidade das espécies fitoplanctônicas. O mês de novembro de 2012, dois grupos se formaram e o ponto (P7) apresentou maior dissimilaridade, não sendo agrupado com nenhum ponto (Figura 17). Os pontos P3 e P9 que inseridos no maior grupo, e apresentou maior similaridade, com uma distância Euclidiana de 0,18 sendo representados pela proporcionalidade entre as densidades de *Rhodomonas minuta*, *Cyanodictyon sp.* e *Aphanocapsa sp.*, podendo indicar que o nicho destas populações eram semelhantes, sendo ambos os pontos localizados na região litorânea. Os pontos P2 e P5 apresentaram uma distância Euclidiana de 0,67 entre si, e uma distância de 0,82 entre P8/PF, onde ambos são localizados na região limnética, com cada um dos pontos representando uma região do reservatório. Fica claro que novamente o tipo de nicho influenciou na similaridade entre as populações das espécies nestes pontos agrupados. Da mesma forma ocorreu com segundo grupo, onde os pontos

P4, P8 e P5/PF foram agrupados. Interessante notar que o ponto P5 de profundidade apresentou maior similaridade com P8 de subsuperfície, por outro lado, o P8 de profundidade foi agrupado com P5 de subsuperfície, que pode ser explicado pelos movimento de migração vertical. Nos pontos P5 e P8/PF as espécies *D. Spiroides*, *Eucapsis densa*, *Cyanodictyon sp.* e *Aphanocapsa sp.* apresentaram densidades semelhantes, assim como as espécies *Aphanocapsa sp.*, *Cyanodictyon sp.*, *D. crassum* e *D. Spiroides* nos pontos P8 e P5/PF apresentaram similaridade entre suas densidades.

Em fev/13 dois grupos foram formados com um corte entre as distâncias 1,0 e 1,5, e os pontos P7 e P8 foram separados dos demais. O grupo maior agrupou os três pontos de profundidade indicando homogeneidade entre as populações das espécies, explicado pela semelhança entre densidades de *Rhodomonas minuta*, *Cryptomonas brasiliensis* e *Cyanodictyon sp.* Os pontos P2 e P2/PF foram subagrupados com uma distância de 0,64 mostrando que nessa região até dois metros de profundidade e comunidade fitoplanctônica foram homogêneas.

Os pontos P3 e P6 apresentaram maior similaridade entre si em fev/13, com uma distância Euclidiana de 0,25 contido no grupo menor. O grupo menor agrupou os pontos P3, P6, P5 e P9, e apresentou semelhança com o mês de nov/12, onde os pontos P3, P6 e P9 também foram contidos no mesmo grupo. A semelhança entre estes pontos localizados na região litorânea, nos meses de nov/12 e fev/13 indicam que ocorreu menor variação entre das condições limnológicas dos períodos estudados.

Em outubro de 2013 os pontos foram separados em um grupo maior, um grupo menor e dois pontos (P2/PF e P9) não agrupados apresentando maior dissimilaridade. A menor distância Euclidiana foi observada entre os pontos P6 e P7 (0,29).

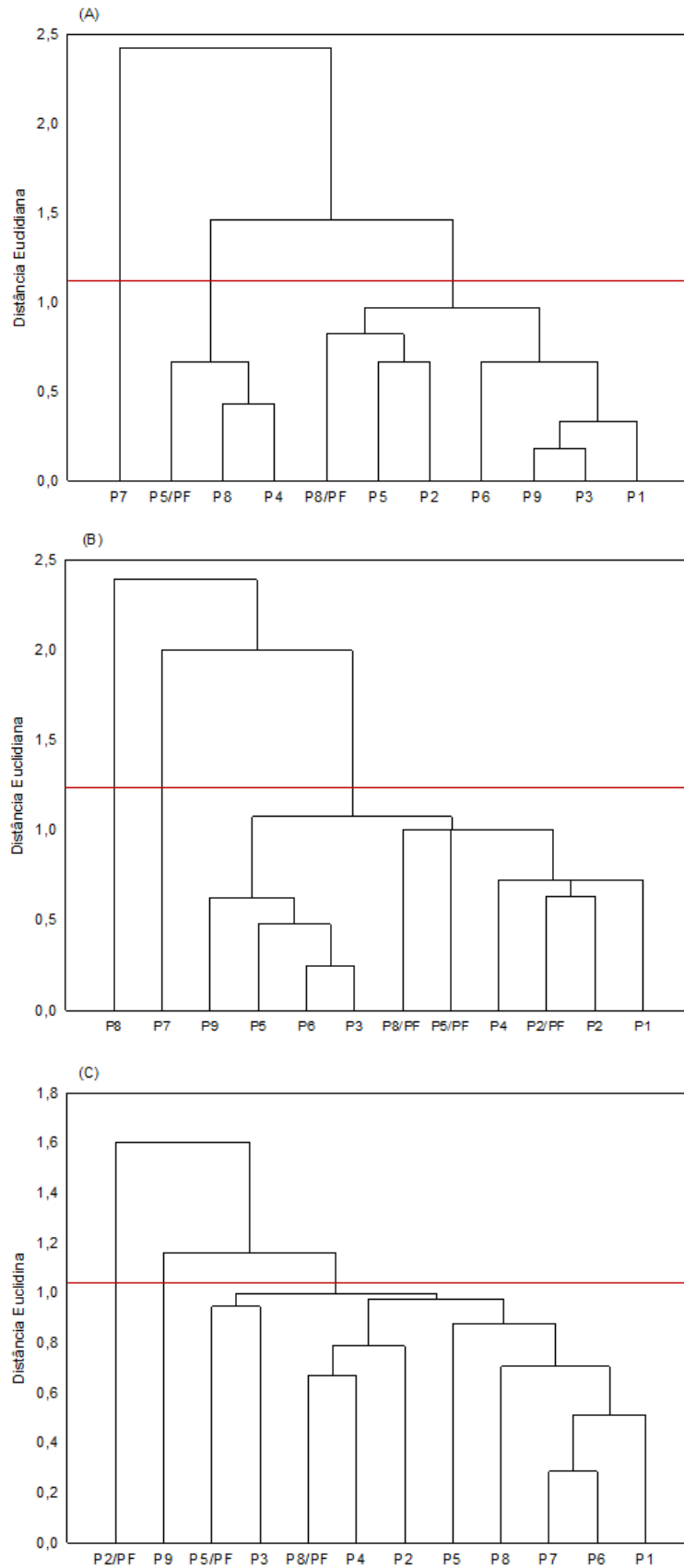


Figura 53: Distância Euclidiana obtida nos pontos amostrados com base nos dados de densidade dos táxons encontrados em novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C) no reservatório de Segredo.

5.2.4.2 Análise de Componentes Principais (ACP) – Ordenação das Variáveis Bióticas e Abióticas

A análise de componentes principais baseou-se nos autovalores obtidos que expliquem 70% (ou próximo) da variabilidade, com representação gráfica dos dois primeiros componentes principais. O primeiro componente principal (CP1) explicou 51,58%, e o segundo (CP2) componente explicou 17,64% da variabilidade (Figura 18).

As variáveis foram separadas em dois grupos, com o maior grupo localizado no lado positivo do CP 1, e o grupo menor localizado no lado negativo do CP 1. No grupo maior, um subgrupo se formou, evidenciando que *M. aeruginosa* foi favorecida pelo N-total, em especial o nitrogênio orgânico. O fitoplâncton total apresentou correlação de 0,96 com o CP 1, e *M. aeruginosa* apresentou correlação de 0,98, evidenciando que a biomassa fitoplanctônica total foi representada principalmente pela espécie *M. aeruginosa*.

O grupo maior mostra de um modo geral que o fósforo e nitrogênio favoreceram o crescimento das populações de cianobactérias de *M. aeruginosa*, *S. brasiliense*, *P. Mucicola*, e *D. Spiroides*.

As espécies *P. Mucicola* e *D. Spiroides* e P-total (I quadrante) foram associadas ao período de novembro de 12, enquanto *S. Brasiliense* e a alcalinidade foram mais associados a segunda coleta (fev/13) localizados no quarto quadrante.

As variáveis contidas na elipse estiveram associadas a coleta 3 (out/13), onde *Rhodomonas minuta* e *Ceratium hirundinella* foram influenciados pelas concentrações de N-NO_2^- , N-NH_3 e P-PO_4^{3-} . O oxigênio dissolvido foi associado a terceira coleta.

O segundo componente principal no lado positivo explicou as variáveis pH e clorofila-a com representatividade semelhantes, e o lado negativo explicou o N-NO_3^- que foi associado a segunda coleta.

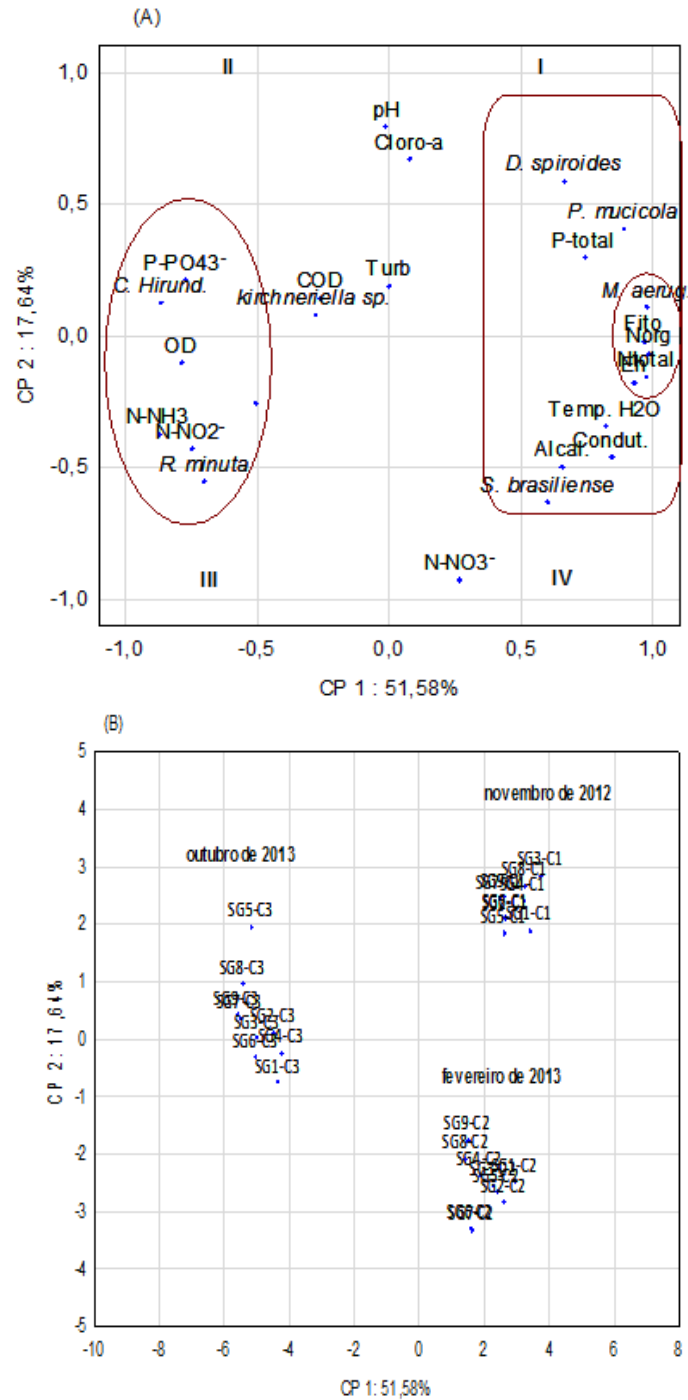


Figura 54: Associação entre as variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Segredo comparando os três períodos estudados; novembro de 12, fevereiro de 2013 e outubro de 2013, utilizando análise dos componentes principais 1 e 2. (A) - Densidade das espécies mais abundantes e variáveis físicas e químicas. (B) - Pontos do reservatório de Segredo em cada período amostrado. Abreviações; Fito.=densidade fioplanctônica total, *Ceratum hirundinella*=*C.hirund.*, Cloro-a=clorofila-a, Turb.=turbidez, Alcal.=alcalinidade, Conduct.=condutividade, e Temp. H₂O=temperatura da água.

5.3 RESERVATÓRIO DE SANTIAGO

5.3.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água

As variáveis físicas e químicas são importantes indicadores de qualidade da água que influenciam diretamente a estrutura das comunidades biológicas, onde a temperatura é indicada como um dos principais fatores que condicionam os outros parâmetros físicos e químicos. No reservatório de Santiago nos três períodos estudados, a temperatura da água foi mais elevada em nov/12 e fev/13 com valores médios de 27,23°C e 26,33°C respectivamente (Tabela 10). No último período as temperaturas foram mais baixas, apresentando valor mínimo de 19,4°C e um máximo de 20,4°C.

Em nov/12 a elevada temperatura da água promoveu maior ionização dos compostos aumentando a condutividade, embora os valores não tenham sido elevados, apresentando forte correlação positiva com a condutividade elétrica ($r=0,90$, $p<0,001$), e negativa com o potencial redox (Eh) ($r=-0,77$, $p<0,001$), e foi associada negativamente com a cianobactéria *Dolichospermum spiroides* ($r=-0,71$, $p<0,001$), indicando que esta espécie têm baixa tolerância à elevadas temperaturas.

Tabela 8: Variáveis abióticas encontradas no reservatório de Santiago durante o período de estudo.

Variáveis	Novembro de 2012			Fevereiro de 2013			Outubro de 2013		
	Média	Mín - Máx	Desv pad.	Média	Mín - Máx	Desv pad.	Média	Mín - Máx	Desv pad.
Temp H ₂ O (°C)	27,23	25,6 - 29,5	1,07497	26,33	24,04 - 28,5	1,29974	19,90	19,4 - 20,4	9,891311
pH	8,31	7,86 - 8,57	0,21377	7,80	7,55 - 8,37	0,23903	9,41	9,09 - 9,98	0,260768
OD (mg.L ⁻¹)	7,21	6,28 - 8,04	0,5373	7,94	7,06 - 8,46	0,42751	9,65	9,46 - 9,83	4,010758
Condut (µS/cm ²)	14,11	13 - 16	1,1967	17,00	14 - 20	2,21108	1,56	1 - 3	0,684935
Turb (UNT)	8,56	5,03 - 17,8	3,84195	7,21	4,73 - 11,1	2,15239	5,32	5 - 5,64	2,216874
Eh (mV)	67,87	16,6 - 100,3	29,5955	116,38	11,5 - 185	43,9073	-107,58	-118 - -92,3	8,821788
Alcal (mEq.L ⁻¹)	336,96	278,9 - 376,5	31,9884	377,53	340,7 - 403,6	18,1977	215,43	0 - 275,9	79,0852

O pH nos dois primeiros períodos foi menos elevado, e apresentou valores médios de 8,31 (nov/12) e 7,8 (fev/13), meses em que os valores de densidade do

fitoplâncton foram mais baixos. Em out/13 os valores de pH foram típicos de um ambiente hipereutrofizado, apresentando uma variação entre 9,09 e 9,98. Neste mês o pH apresentou forte correlação positiva com a clorofila-a ($r= 0,83, p< 0,001$) e com o dinoflagelado *Ceratium hirundinella* ($r= 0,54, p= 0,004$).

O oxigênio dissolvido (OD) apresentou concentrações médias em nov/12, fev/13 e out/13 de $7,21 \text{ mg.L}^{-1}$, $7,95 \text{ mg.L}^{-1}$, e $9,65 \text{ mg.L}^{-1}$ respectivamente. Foi correlacionado positivamente com *M. aeruginosa* ($r= 0,495, p= 0,009$) e a clorofila-a ($r= 0,76, p< 0,001$) em nov/12. Já em fev/13 o OD foi correlacionado positivamente as espécies mais abundantes, *M. aeruginosa* ($r= 0,5, p< 0,008$), *S. brasiliense* ($r= 0,66, p< 0,001$), *P. Mucicola* ($r= 0,54, p= 0,003$) e fortemente correlacionado com o fitoplâncton total ($r= 0,76, p< 0,001$). Em out/13 apresentou forte correlação com a clorofila-a ($r= 0,69, p< 0,001$). De acordo com as correlações positivas do OD com a comunidade fitoplanctonica podemos sugerir que este foi principal fator contribuinte para a oxigenação da água.

A condutividade elétrica está relacionada a quantidade de íons dissolvidos na água e quanto maior for a quantidade, maior será a condutividade elétrica podendo variar de acordo com a temperatura e pH (CRUZ *et al.*, 2007). Nos dois primeiros períodos a condutividade foi mais elevada (Tabela 10), já em out/13 seus valores foram baixos. Em todos os meses estudados foi observado correlação positiva com a temperatura; nov/12 ($r= 0,90, p< 0,001$), fev/13 ($r= 0,43, p< 0,024$), e out/13 ($r= 0,55, p= 0,003$), indicando que a temperatura nos três períodos estudados pode ter influenciado nos valores de condutividade.

A turbidez apresentou valores baixos nos três períodos estudados. O potencial redox em nov/12 apresentou valor médio de $67,87 \pm 29,59 \text{ mV}$, que é considerado baixo. O ponto 2 apresentou o valor muito baixo, próprio de um ambiente reduzido, valores abaixo de $+50 \text{ mV}$ ou negativos indicam ambiente altamente redutores. Em out/13 o meio estava mais redutor, provavelmente devido a elevada concentração de matéria orgânica. Potencial redox negativo também pode estar relacionado a alta produção primária que geralmente ocorre em ambientes eutrofizados.

Nos dois primeiros períodos o meio apresentou alta capacidade de neutralização dos ácidos, uma vez que os valores médios de alcalinidade foram de $336,96 \text{ mEq.L}^{-1}$ em nov/12, e de $377,53 \text{ mEq.L}^{-1}$ em fevereiro de 2013.

O COD apresentou um pico de concentração de 7436,04 $\mu\text{g. L}^{-1}$ no ponto 4 da primeira coleta (Figura 19), onde o fator contribuinte para a elevada concentração pode estar relacionado com a concentração de substâncias húmicas de origem alóctone já que se trata de uma região litorânea.

Os valores de COD na segunda coleta foram mais elevados nos pontos da região lacustre, podendo indicar que a fonte do COD é de origem autóctone, produzido pelo fitoplâncton (ENRICH-PRAST e PINHO; 2008). O valor médio nesse mês foi de 5572,1 \pm 1221,1 $\mu\text{g. L}^{-1}$ (Tabela 11).

O último período foi o que registrou concentrações mais elevadas de COD, com um valor médio de 5722,1 $\mu\text{g. L}^{-1}$ e seu valor máximo foi registrado no ponto 3 (Figura 19). Nesse ponto foi registrado os maiores valores de densidade de *Ceratium hirundinella* (1.204 ind.mL⁻¹), com a qual esteve correlacionado positivamente ($r= 0,59$, $p= 0,001$). O COD também apresentou correlação positiva com a clorofila-a ($r= 0,67$, $p< 0,001$), confirmando que o fitoplâncton apresentou importante contribuição para os valores de carbono orgânico dissolvido. Em nov/12, fev/13 e out/13 o reservatório e foi classificado como mesotrófico de acordo com as concentrações de COD (Tabela 2).

Tabela 9: Concentrações de nutrientes analisados no reservatório de Santiago durante o período estudado.

Variáveis	Novembro de 2012				Fevereiro de 2013				Outubro de 2013			
	Média	Mín.	Máx.	Desv pad.	Média	Mín.	Máx.	Desv pad.	Média	Mín.	Máx.	Desv pad.
COD ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	2681.2	1318.9	7436.0	1733.5	5572.1	3469.1	7403.3	1221.3	5722.1	4179.7	10898.7	1986.4
P-total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	482.2	48.5	2392.1	762.8	119.7	82.1	175.2	28.5	69.1	49.0	87.8	13.0
P-PO ₄ ³⁻ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	8.0	4.0	14.4	3.1	13.5	2.7	89.7	27.0	20.7	3.7	27.1	7.9
N-NO ₂ ⁻ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	2.5	0.6	5.2	1.4	10.4	9.7	12.4	0.9	6.7	5.2	8.3	1.1
N-NH ₃ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3.1	0.0	7.9	2.4	69.2	60.7	78.1	5.0	228.8	187.8	304.0	29.5
N-NO ₃ ⁻ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	243.0	164.8	407.0	62.2	936.7	756.1	1042.8	83.3	116.7	90.4	174.9	25.0
N-org ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3280.2	2428.6	5005.7	882.6	4345.6	3813.5	4980.2	291.3	*	*	*	*
N-total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3528.7	2672.4	5422.5	928.0	5361.9	4846.0	6111.7	341.5	*	*	*	*

O reservatório de Santiago apresentou concentrações elevadas de P-total na segunda coleta (Figura 19). O reservatório apresentou concentrações típicas de um ambiente hipereutrofizado (>100 $\mu\text{g. L}^{-1}$). Em fev/13 o P-total apresentou

correlação positiva com a clorofila-a ($r= 0,51$, $p= 0,006$). Em out/13 apresentou correlação com a clorofila-a ($r= 0,62$, $p= 0,001$), e forte correlação positiva com os valores de densidade de *C. hirundinella* ($r=0,73$, $p<0,001$). As fortes correlações positivas com as estimativas de biomassa revelam que as elevadas concentrações de fósforo total podem está favorecendo o aumento da biomassa do fitoplâncton, particularmente de *C. hirundinella*.

Os padrões de distribuição horizontal do P-total na região fluvial (pontos 1, 2 e 3) foram semelhantes nas três coletas, sendo encontradas as maiores concentrações (Figura 19), que corroboram com o modelo conceitual para reservatórios (THORNTON, 1990; PAGIORO *et al.*, 2005), onde a zona fluvial apresenta alto nível de nutrientes disponível. A medida que o fluxo direciona-se para as regiões intermediária e lacustre, a profundidade da zona de mistura diminui, em como consequência ocorre a diminuição dos nutrientes (SOARES *et al.*, 2008).

O íon nitrato apresentou concentrações entre 700 e 1000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Figura 19) em todos os pontos na segunda coleta, sendo esses valores relacionada à lagos eutróficos (Tabela 2). Os valores médios de $2,5 \mu\text{g.L}^{-1} \pm 1,4$, $10,4 \pm 0,9 \mu\text{g.L}^{-1}$, $6,7 \pm 1,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ para nov/12, fev/13, e out/13 respectivamente foram classificados como concentrações de ambiente oligotrófico na primeira coleta, e eutrófico na segunda e terceira coletas.

Em novembro de 2012 as concentrações de N-total aumentaram no sentido fluvial-lacustre. Já na segunda coleta, as concentrações foram semelhantes ao longo do reservatório e mais elevadas.

A amônia (N-NH_3) apresentou concentrações baixas, e o reservatório nas três coletas apresentaram concentrações de ambiente oligotrófico (Figura 19). Em outubro de 2013 os valores foram bem mais elevados, com uma média $228,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ e um valor máximo registrado no ponto 8, podendo ser classificado em ambientes mesotróficos. Concentrações mais elevadas de amônia e a tendência à persistência no ambiente aquático está muitas vezes relacionado meio redutores (DODDS e WHILES, 2010).

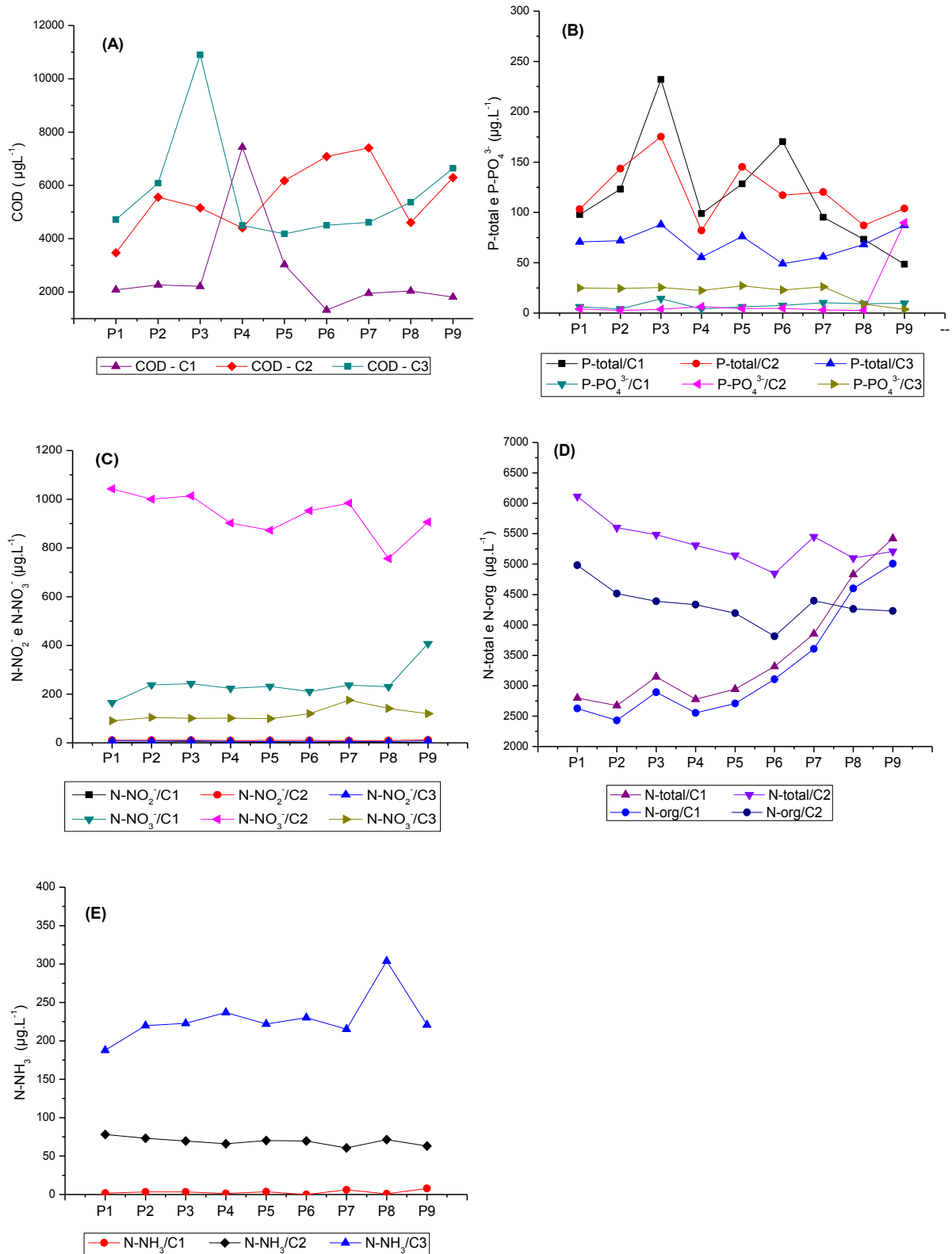


Figura 55: Distribuição horizontal das concentrações dos nutrientes por ponto de coleta no reservatório de Santiago: COD (A), P-total e P-PO_4^{3-} (B), NO_2^- e NO_3^- (C) N-total e N-org, (D), N-NH_3 (E) e em $\mu\text{g.L}^{-1}$. C1 = novembro de 2012; C2 = fevereiro de 2013, e C3= outubro de 2013.

5.3.2 Comunidade Fitoplanctônica

5.3.2.1 Composição Fitoplanctônica

O reservatório de Santiago apresentou 131 táxons no período estudado, que foram distribuídos em 74 gêneros dentro de 8 classes. A classe Cyanophyceae foi a que apresentou maior número de táxons (Figura 20), com 45 táxons distribuídos em 25 gêneros, seguida das clorofíceas (43), Bacillariophyceae (25), Conjugatophyceae (8), Cryptophyceae (3), Chrysophyceae (3), Dinophyceae (3) e Chlamidophyceae (1).

O grupo das cianobactérias apresentou três gêneros mais representativos; *Aphanocapsa* com 7 táxons, *Dolichospermum* com 5, e *Microcystis* com 5 gêneros. Segundo Otsuka *et al.*, (1999), O gênero *Microcystis* é um organismo planctônico potencialmente toxigênico, que ocorre usualmente em ambientes eutróficos, bem como os outros dois gêneros citados. As espécies do gênero *Aphanocapsa* não são claramente conhecidas em virtude da dificuldade na identificação, no entanto essas espécies ocorrem em reservatórios do mundo inteiro (SANT'ANNA *et al.*, 2004)

As clorofíceas, como o segundo grupo mais representativo apresentou 6 táxons do gênero *Scenedesmus sp.*, segundo Bicudo e Menezes (2006) é um gênero cosmopolita e pode ser encontrado com frequência em ambientes eutrofizados (Figura 20). Já a classe Bacillariophyceae, foi representada principalmente pelo gênero *Aulacoseira*, apresentando 5 táxons dos quais o táxon mais constante foi *A. Distans*. A classe Conjugatophyceae foi representada principalmente por espécies da ordem Desmidiatales; *Staurastrum sp.* e *Closterium sp.* Espécies desse grupo são muito comuns em ambientes límnicos e aparecem com frequência (MENEZES, BUENO e BORTOLINI, 2011). No entanto, no período de estudo as desmídias foram consideradas raras. Os dinoflagelados representaram menos de 5% da composição, no entanto, *Ceratium hirundinella* foi encontrada em 90% das amostras em out/13. A classe Chlamidophyceae foi representada apenas pela espécie *Volvox aureus* encontrada em dois pontos na primeira coleta e em nove pontos da segunda.

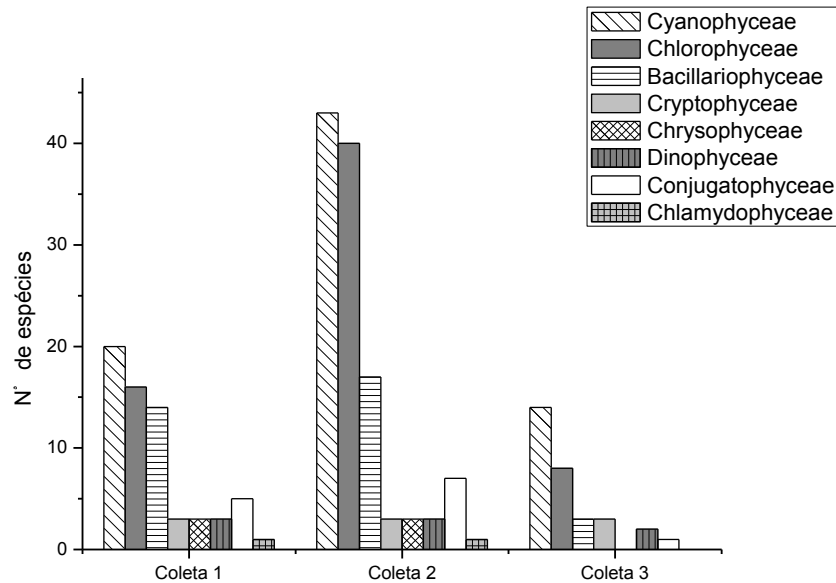


Figura 56: Número de táxons representados por classe registrados em novembro de 2012 (coleta1), fevereiro de 2013 (coleta 2) e outubro de 2013 (coleta 3) no reservatório de Santiago.

A composição fitoplancônica apresentou 65 táxons na primeira coleta, 117 na segunda, e 31 táxons na terceira coleta. Assim como nos outros reservatórios estudados, Santiago apresentou maior riqueza em fevereiro de 2013.

Em nov/12 os táxons dentro do grupo das cianobactérias foram compostos por 21 táxons (Figura 20), dos quais, *Chroococcus minutus*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis aeruginosa* e *Sphaerocavum brasiliense* foram os mais constantes. O grupo das clorofíceas apresentou quatro táxons constantes; *Kirchneriella* sp., *Treuboxia cladoniae*, *Shroederia indica*. As diatomáceas apresentaram a terceira classe mais representativa. As criptofíceas apresentaram pouca riqueza, no entanto foram significativas em termos de constância, e das três espécies encontradas, *Rhodomonas minuta*, *Cryptomonas brasiliensis*, e *Cryptomonas ovata*, as duas primeiras apareceram em todos os pontos amostrados.

Na segunda 43 táxons de cianobactérias foram registrados, e entre os mais constantes foram, *Aphanizomenon gracile*, *Aphanocapsa holsatica*, *Cyanodictyon* sp., *Dolichospermum spiroides*, *Eucapsis densa*, *Microcystis aeruginosa*., *Merismopedia tenuissima*, *Sphaerocavum brasiliense*. As clorofíceas foram o segundo grupo mais representativo, com 40 táxons encontrados. Os táxons

Chlorococcum humicola, *Monoraphidium minutum* e *Kirchneriella sp.* estiveram presentes em todos os pontos de coleta. As espécies *Koliella longiseta tenuis* (ausente apenas no ponto 7), *Treuboxia cladoniae* e *Elakatothrix* gelatinosa também foram constante. Os táxons considerados constantes dentro do grupo das diatomáceas foram, *Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella stelligera* e *Aulacoseira distans*, sendo que *Cyclotella meneghiniana* foi encontrada em todos os pontos.

O período de out/13 foi o período de menor riqueza, e as cianobactérias foram bem menos expressivas, apresentando apenas três táxons constantes, *Aphanocapsa sp.*, *Cyanodictyon sp.*, e *Dolichospermum spiroides*, sendo que *Cyanodictyon sp.* apareceu em todos os pontos amostrados. As clorofíceas foram representadas apenas por oito táxons, dos quais apenas *Kirchneriella sp.* e *Monoraphidium minutum* foram constantes, mas apenas *Kirchneriella sp.* foi encontrada em todos os pontos amostrados. As criptofíceas como nos outros foram pouco representativa, mas de ampla ocorrência e distribuição.

5.3.2.2 Biomassa Fitoplanctônica

O reservatório de Santiago apresentou densidades próprias de ambiente eutrofizado nos dois primeiros períodos de estudo, com uma média de densidade de 47.221 ind.mL⁻¹ em nov/12, e 22.547 ind.mL⁻¹ em fev/13. Em out/13 a densidade média fitoplanctônica foi mais baixa (10.304 ind.mL⁻¹) em relação aos outros períodos, no entanto, foi constatado em amostras de rede grande quantidade de *Ceratium hirundinella* em todas as amostras do qualitativo.

A distribuição da densidade foi mais equitativa principalmente entre as espécies de cianobactérias nos três períodos estudados. As cianobactérias predominaram nos três períodos, contribuindo com 91% para a densidade total em nov/12, com 85% em fev/12, e com 64% em out/13. Os reservatórios localizados no início da cascata apresentaram intensas florações nos dois primeiros períodos estudados, que foram atenuadas no reservatório de Santiago revelando uma tendência à oligotrofização, diferentemente do que foi confirmado por Silva *et al.* (2005) para o mesmo sistema de reservatórios em cascata no ano de 2001.

Em nov/12 o reservatório de Santiago apresentou valores de densidade fitoplanctônica superiores a $50.000 \text{ ind.mL}^{-1}$ em cinco pontos amostrados. Quatro desses pontos encontram-se na região fluvial e intermediária, onde o pico de densidade foi observado no ponto P5 ($91.704 \text{ céls.mL}^{-1}$), sendo influenciado principalmente pela densidade de *Microcystis protocystis* (Figura 22). No entanto as espécies que apresentaram maiores valores de densidade ao longo de um gradiente horizontal foi *Sphaerocavum brasiliense*, seguidas de *Microcystis aeruginosa*, ambas de associação M, que são caracterizadas pela formação de extensas monoculturas em lagos eutróficos (REYNOLDS *et al.*, 2002). Apesar de *S. Brasiliense* ter apresentado maior densidade, a espécie melhor associada à clorofila-a foi *M. aeruginosa* ($r= 0,63$, $p< 0,001$). O grupo das clorofíceas foi pouco representativo quantitativamente, no entanto, a espécie *Kirchneriella sp.*, que é frequentemente encontrada em lagos eutrofizados, apresentou valores mais expressivos (Figura 21).

O segundo período estudado a densidade total foi menor, com maior contribuição das espécie de cianobactérias, que apresentou um valor médio de densidade de $19.327 \text{ ind.mL}^{-1}$. A distribuição horizontal foi marcada por um elevado pico de densidade no ponto P2. Os pontos de profundidade P5/PF e P8/PF apresentaram densidades semelhantes às das amostras de superfície. A espécie *S. brasiliense* apresentou a maior abundância ($12.124 \text{ céls.mL}^{-1}$), sendo dominante neste período, seguida de *M. aeruginosa*, que apresentou uma densidade média de $3.227 \text{ céls.mL}^{-1}$. A *S. Brasiliense* foi favorecida pelo íon N-NO_2^- , ($r= 48$, $p= 0,01$) e contribuiu significativamente para as concentrações de OD na água ($r= 0,66$, $p<0,001$), enquanto que *M. aeruginosa* foi associada ao pH ($r= 0,65$, $p < 0,001$). As outras classes foram pouco expressivas, exceto as criptofíceas que foram representadas por *Rhodomonas minuta*, cuja maior densidade foi encontrada no ponto P9 ($2.332 \text{ ind.mL}^{-1}$) na subsuperfície e no ponto de profundidade P8/PF ($2.533 \text{ ind.mL}^{-1}$).

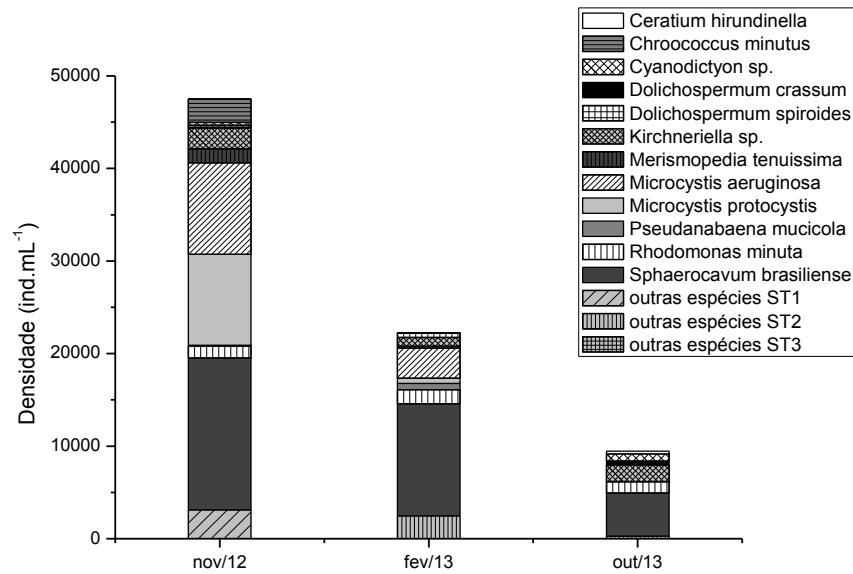


Figura 57: : Contribuição dos táxons mais abundantes para densidade fitoplanctônica total encontrados nos três períodos de coleta (nov/12, fev/13, e out/13) no reservatório de Santiago.

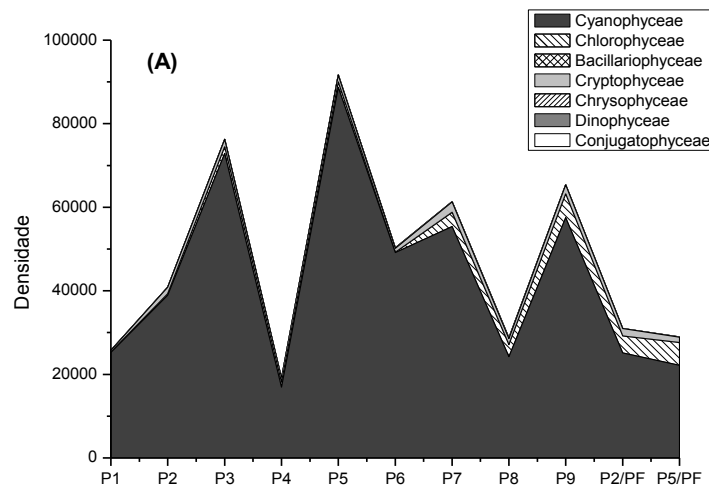
A última coleta registrou densidades bem menores, mas ainda assim as cianobactérias foram dominantes, representadas principalmente pela espécie *S. Brasiliense*, que sua maior densidade no ponto P9 (27.580 céls.mL⁻¹) e no ponto P8/PF (10.668 céls.mL⁻¹) (Figura 21). As espécies *Cyanodictyon sp.* e *Dolichospermum crassum* foram significantes para a abundância total. As classes Chlorophyceae, Cryptophyceae e Dinophyceae foram representadas pelas espécies *Kirchneriella sp.*, *Rhodomonas minuta*, *Ceratium hirundinella*, que apresentaram densidades médias de 1.958 ind.mL⁻¹, 1.354 ind.mL⁻¹, e 325 ind.mL⁻¹ respectivamente.

As criptofíceas mostrou ser um grupo abundante e frequente em todo o reservatório de Santiago nos períodos estudados, sendo representado por três espécies; *Cryptomonas brasiliensis*, *Cryptomonas ovata*, e *Rhodomonas minuta*. Esta ultima espécie foi a mais abundante do grupo, sendo encontrada em todos os pontos amostrados. O sucesso das criptofíceas está relacionado principalmente com as concentrações de nitrogênio. A forma orgânica de nitrogênio foi a que mais favoreceu o desenvolvimento de *Rhodomonas minuta* na segunda ($r= 0,61$, $p= 0,001$) e terceira coleta ($r= 0,77$, $p< 0,001$). Em um trabalho realizado por Crossetti *et al.* (2008), o nitrogênio foi incorporado dentro do modelo de preditores para as

criptofíceas, semelhantemente no presente estudo foi constatado uma associação positiva entre este grupo e o nitrogênio. A espécie mais abundante, *Rhodomonas minuta*, em nov/12 foi fortemente correlacionada com a amônia (N-NH₃), ($r= 0,73$, $p < 0,001$), e moderadamente com o nitrato (N-NO₃⁻) ($r= 0,65$, $p < 0,001$).

Na segunda coleta *Rhodomonas minuta* também foi associada ao N-total ($r= 0,49$, $p= 0,009$) e a temperatura da água ($r = 0,57$, $p = 0,002$). Na ultima coleta *R. minuta* foi fortemente correlacionada com o P-PO₄³⁻ ($r= 0,73$, $p < 0,001$), indicando que esse íon contribuiu positivamente para o aumento de sua biomassa.

De acordo o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) os resultados de monitoramento entre 2005 e 2008 mostram que as densidades de cianobactérias não ultrapassavam 7.000 céls.mL⁻¹ durante o período estudado. Comparando com os resultados obtidos no presente estudo, podemos sugerir que reservatório está passando por um claro processo de eutrofização artificial, evidenciado pela dominância de cianobactérias (IAP, 2009).



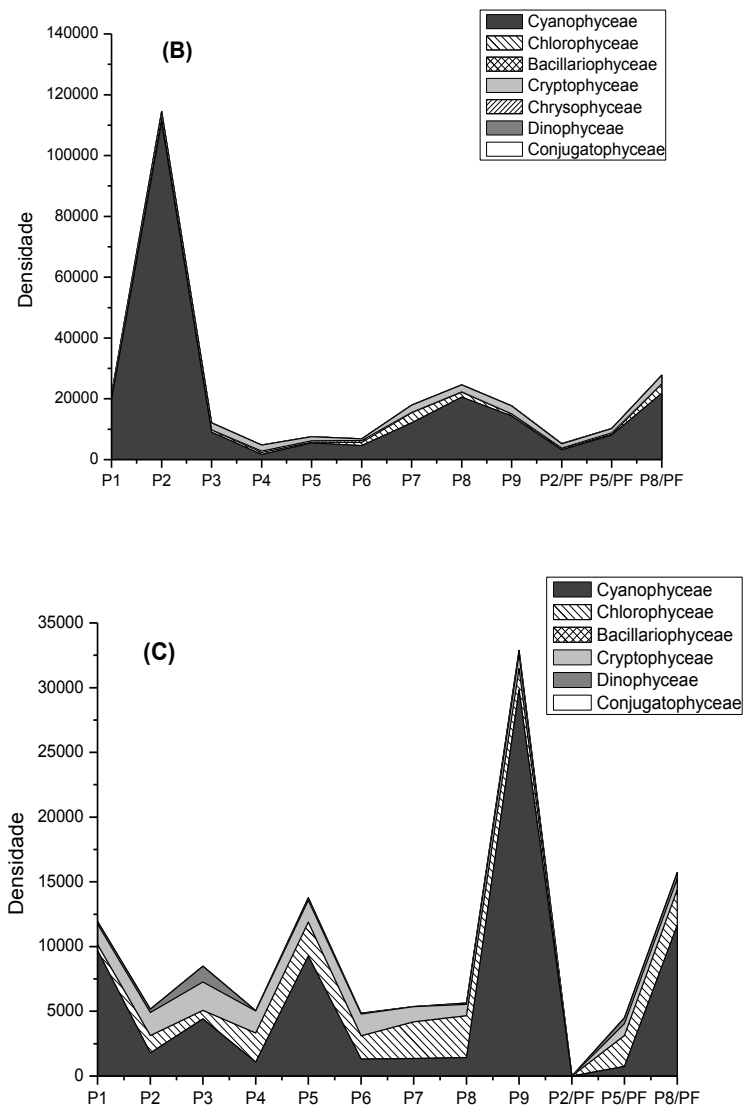


Figura 58: Representação da distribuição horizontal da densidade fitoplanctônica separado por classe encontrada no reservatório de Santiago nos três períodos amostrados: novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C).

5.3.2.3 Concentração de Clorofila-a

As concentrações de clorofila-a foram baixas nos dois primeiros períodos de coleta. Na primeira coleta a concentração média foi de $6,06 \mu\text{g.L}^{-1}$ e na segunda foi de $0,42 \mu\text{g.L}^{-1}$. A região lacustre apresentou concentrações maiores, com uma média de $6,54 \mu\text{g.L}^{-1}$. O mês de outubro de 2013 apresentou as maiores concentrações com picos de concentração nos pontos P2 ($36,04 \mu\text{g.L}^{-1}$) e P3 ($41,7$

$\mu\text{g.L}^{-1}$) da região fluvial. Em nov/12 a clorofila foi fortemente correlacionada com o oxigênio dissolvido ($r= 0,76$, $p< 0,001$). Também apresentou importante correlação com o fosfato ($r= 0,56$; $p= 0,002$), nitrogênio orgânico ($r= 0,53$, $p= 0,004$), e com as espécies *Microcystis aeruginosa* ($r= 0,63$, $p< 0,001$), *Pseudanabaena mucicola* ($r= 0,47$, $p= 0,013$), *Rhodomonas minuta* ($r= 0,39$, $p=0,04$), e com *Kirchneriella sp.* ($r= 0,50$, $p= 0,007$) indicando que essas espécies foram as principais responsáveis pelas concentrações de clorofila-a.

No segundo período a clorofila-a apresentou importante correlação com o pH ($r= 0,67$, $p< 0,001$) e com a as densidades totais de fitoplâncton ($r= 0,67$, $p< 0,001$) indicando que os valores de pH estão sendo influenciados pelo fitoplâncton.

No último período a clorofila-a não apresentou correlação significativa com nenhuma espécie, mas foi fortemente associado com o pH ($r= 0,79$, $p <0,001$), oxigênio dissolvido ($r= 0,69$, $p< 0,001$), e com a turbidez ($r= 0,86$, $p< 0,001$), que são parâmetros que normalmente estão relacionados com a biomassa fitoplanctônica. Também foi correlacionado ao P-total ($r= 0,62$, $p< 0,001$), e ao carbono orgânico dissolvido ($r= 0,67$, $p< 0,001$).

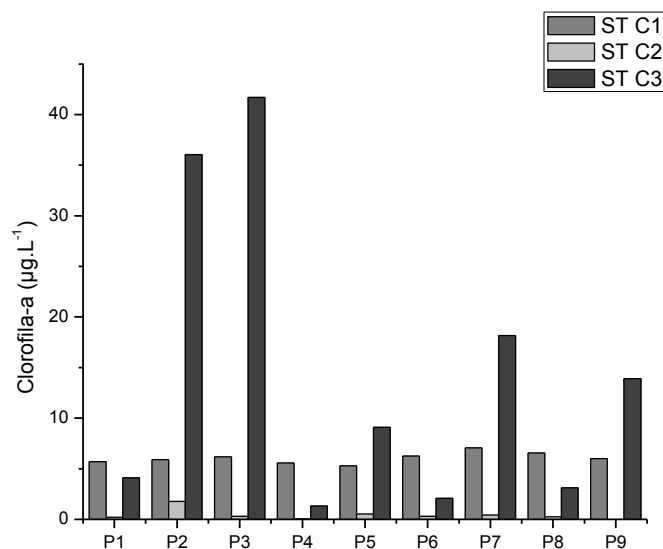


Figura 59: Concentração de clorofila registrada nos pontos de amostragem em novembro de 2012 (C1), fevereiro de 2013 (C2), outubro de 2013 (C3) no reservatório de Santiago.

5.3.3 Índices de Diversidade e Equitabilidade

A diversidade no reservatório de Santiago foi baixa nos três períodos estudados. Os baixos índices de diversidade estão mais relacionados com a dominância das cianobactérias, embora não tenha ocorrido intensa floração, a predominância desse grupo no ambiente pode ter promovido a diminuição da biomassa e ou até a exclusão de algumas populações, por serem mais bem adaptadas às intensas condições de oscilação das variáveis no reservatório, pois possuem características evolutivas adaptativas que lhes conferem maior sucesso no desenvolvimento, por isso dominam facilmente em ambientes ricos em nutrientes.

Na primeira coleta a diversidade foi mais baixa, apresentando índices menores do $2,0 \text{ bits.ind}^{-1}$. Os maiores índices de diversidade (H') foram encontrados na região lacustre, onde o P9 apresentou a maior diversidade (Figuras 24). A menor diversidade foi encontrada no P1, onde o número de densidade de espécies foi mais baixo com ausência de *M. aeruginosa*. A equitabilidade de um modo geral foi baixa, com 72% dos pontos apresentando índices $<0,5$, onde a menor equitabilidade foi encontrada no P1. O maior índice foi encontrado no ponto P5/PF. A comunidade neste mês mostrou um estado de menor resiliência, indicando provável desequilíbrio na estrutura da comunidade.

Em fevereiro de 2013 a diversidade foi maior, em decorrência da menor densidade de cianobactérias e maior número de espécies encontradas. A maior diversidade foi encontrada no P2/PF, onde ocorreram as menores densidades de cianobactérias. Já a menor diversidade foi encontrada no ponto P2, onde ocorreu um pico de densidade promovida por *S. Brasiliense*. A comunidade apresentou maior uniformidade, com índices de equitabilidade acima de 0,5 em mais de 50% das amostras. A região fluvial apresentou maior equitabilidade, com maior índice registrado no P4, e menor índice no P2 em decorrência da dominância de uma ou poucas espécies.

Em out/13 a diversidade apresentou baixos valores de densidade devido ao baixo número de espécies e baixas densidades. Cabe ressaltar que neste período foram observadas grandes quantidades de *C.hirundinella* em amostras qualitativas, mas que a importância de sua biomassa não foi detectada pelo método de contagem utilizado; possivelmente em decorrência da dominância desta espécie, a diversidade

de espécies tenha sido baixa. O maior índice de diversidade foi registrado no P3 e o menor no P9. O índice de equitabilidade variou de 0,3 no P9 até 0,78 no P2, apresentando pouca variação entre os pontos do reservatório, indicando uma distribuição mais homogênea entre as espécies, e a região fluvial foi a que apresentou maiores índices de equitabilidade.

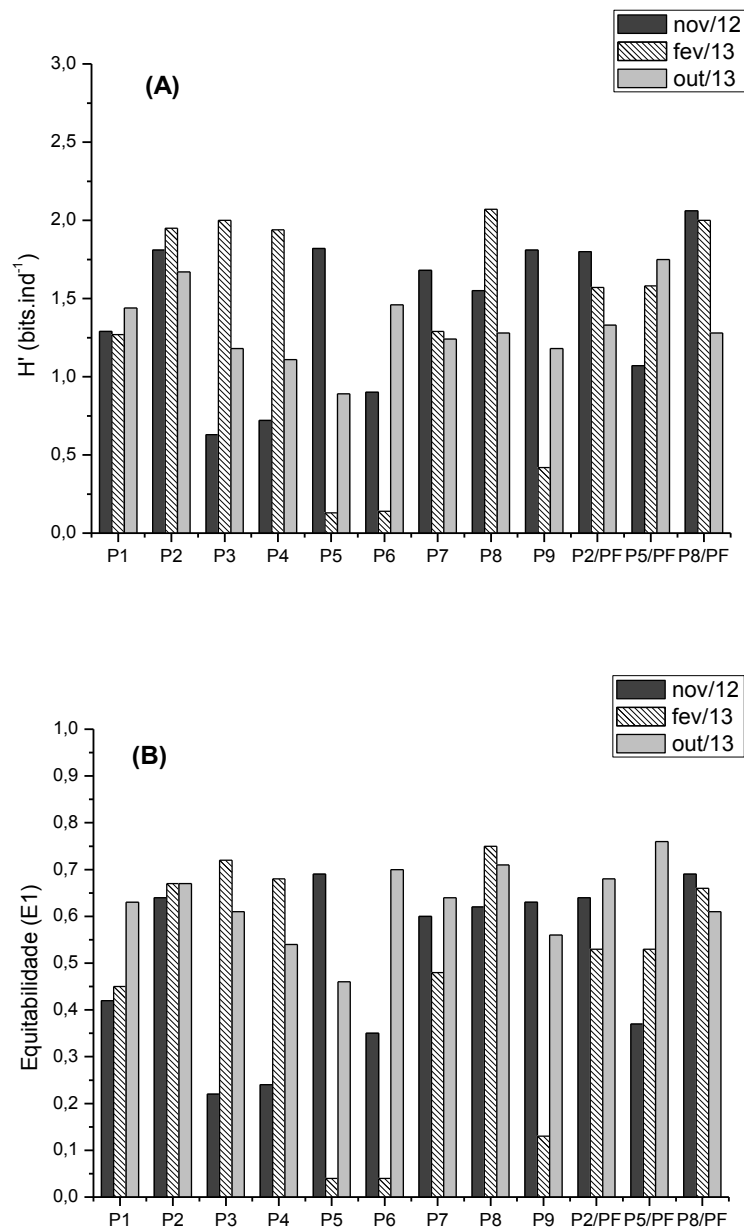


Figura 60: Índices de diversidade (H') (A) e equitabilidade (E1) (B) representados por ponto de coleta nos três períodos estudados no reservatório de Santiago: nov/12, fev/13 e out/13.

5.3.4 Análise Estatística dos Dados

5.3.4.1 Análise de Agrupamento

Os pontos foram agrupados em nov/12 formando dois grupos e quatro pontos não foram agrupados, mostrando uma distância euclidiana maior. O grupo o subagrupamento dos pontos P1 e P6 com uma distância Euclidiana de 0,74 pontos de região fluvial, onde as densidades de *Rhodomonas minuta* foram semelhantes, e o outro subgrupo reuni os pontos da região lacustre.

Em fevereiro de 2013 dois grupos foram formados, e quatro pontos apresentaram maior dissimilaridade e não foram agrupados. A dissimilaridade entre os pontos foi maior não deixando claro a relação de similaridade entre os pontos. O grupo maior apresentou o subagrupamento com menor distância Euclidiana nos pontos P2 e P9 (0,81), e novamente os pontos da região lacustre apresentam maior similaridade entre si. O pontos P1, P6 e P8/PF formam um grupo à uma distância de 5,78.

O último período mostra dois grupos separados à um nível de corte entre as distâncias 2 e 3. A maior similaridade foi observada entre os pontos da região lacustre P7 e P8, com uma distância de 0,8, e foram representados pela semelhança na densidade das espécies *Cyanodictyon sp.* e *Kirchneriella sp.* O subgrupo formado pelos pontos P9, P8/PF e P5, com uma distância de 1,0 apresentaram semelhança entre as densidades de *Cyanodictyons sp.*, *S. Brasiliense*, *Kirchneriella sp.* e *C. hirundinella*.

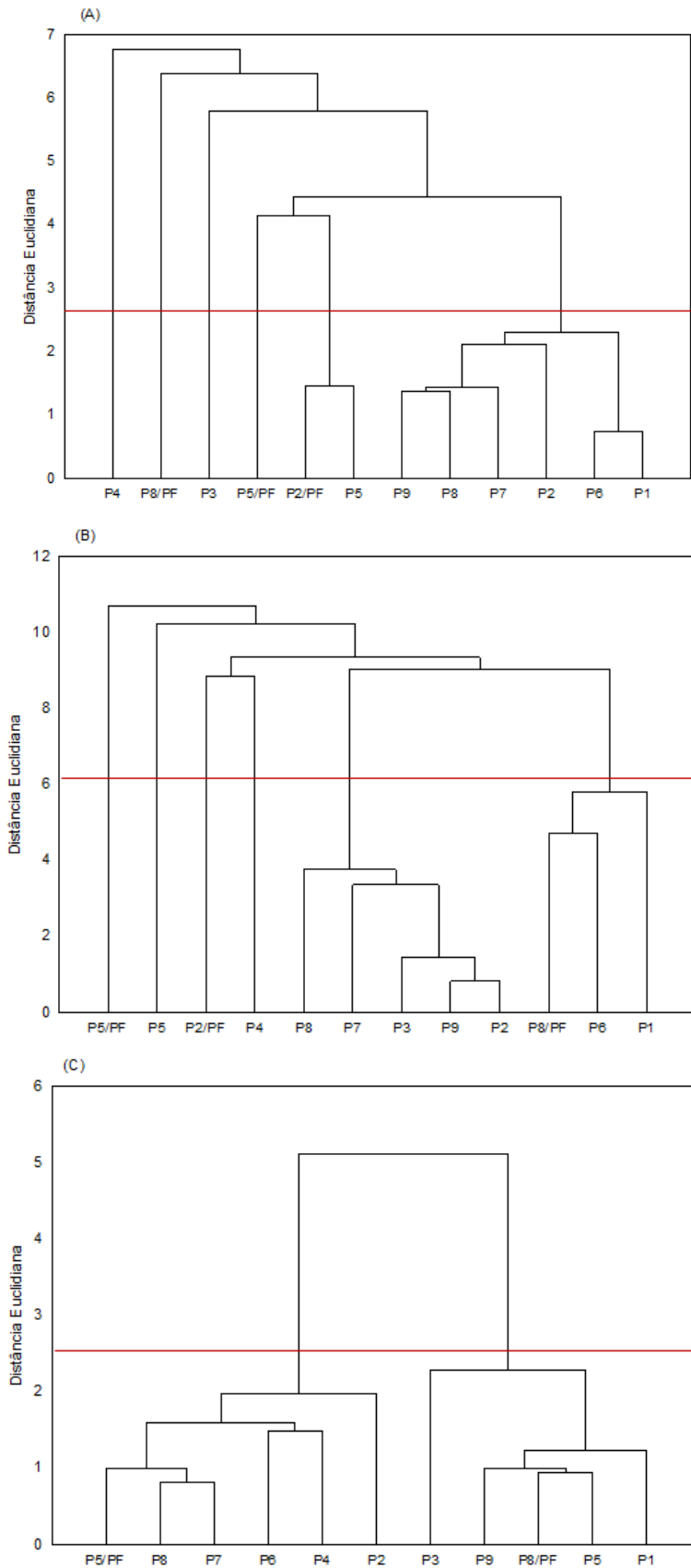


Figura 61: Dendrograma da matriz de distância Euclidiana entre os pontos, representando a comunidade fitoplancônica nos períodos de novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C) no reservatório de Santiago.

5.3.4.2 Análise de Componentes Principais (ACP) – Ordenação das Variáveis Bióticas e Abióticas

A análise de componentes principais foi baseada nos autovalores maiores do que 1, com representação dos dois primeiros componentes principais que juntos explicam 62,7% da variabilidade total, com o primeiro componente explicando 47,5%, e o segundo componente explica 15,21%.

Dois grupos distintos foram formados, sendo explicados pelo primeiro componente principal (CP1). O grupo maior localizado no lado positivo indica que as espécies *D. Spiroides*, *P. Mucicola* e *M. aeruginosa* foram favorecidas pela elevada temperatura da água e pelo nitrogênio total (N-total) nas coletas de novembro de 2012 e fevereiro de 2013. As variáveis contidas na elipse menor mostram maior associação entre N-total (0,97), nitrogênio orgânico (0,98), alcalinidade (0,89), condutividade (0,97), e potencial redox (Eh) (0,95), indicando que o N-total em sua grande parte encontrava-se na forma orgânica. Os valores de alcalinidade, potencial redox e de condutividade associados ao nitrogênio pode indicar descarga de efluentes. As espécies *Dolichospermum spiroides* e *Pseudanabaena mucicola*, o nitrogênio, potencial redox, condutividade e alcalinidade foram mais associadas à segunda coleta (I quadrante). Já *M. aeruginosa*, a temperatura da água e fitoplâncton total foram mais associados ao período de novembro/12.

O segundo grupo formado pela elipse do lado negativo do CP 1 mostrou que as concentrações de oxigênio dissolvido (OD) (-0,85), a amônia (N-NH₃) (-0,91) influenciaram no desenvolvimento das populações de *Ceratium hirundinella* (-0,87), bem como o elevado pH (-0,91) pode ter sido influenciado pela biomassa de *C. hirundinella*. A clorofila-a foi mais associada à *C. hirundinella*, do que as espécies de cianobactéria, uma vez que as concentrações de clorofila-a foram superiores em outubro de 2013, onde houve predomínio desta espécie. As espécies *C. hirundinella*, *Rhodomonas minuta* e *Kirchneriella sp.* (III quadrante) foram mais associadas à última coleta. As variáveis contidas na elipse foram associadas ao período de outubro de 2013.

O segundo componente principal (CP2) explicou duas variáveis de importância, o nitrito (N-NO₂⁻), que apresentou com uma correlação de 0,9 com CP2,

e o carbono orgânico dissolvido (COD) com uma correlação de 0,75, foram localizados no lado positivo (II quadrante). O COD foi mais associado à coleta 3.

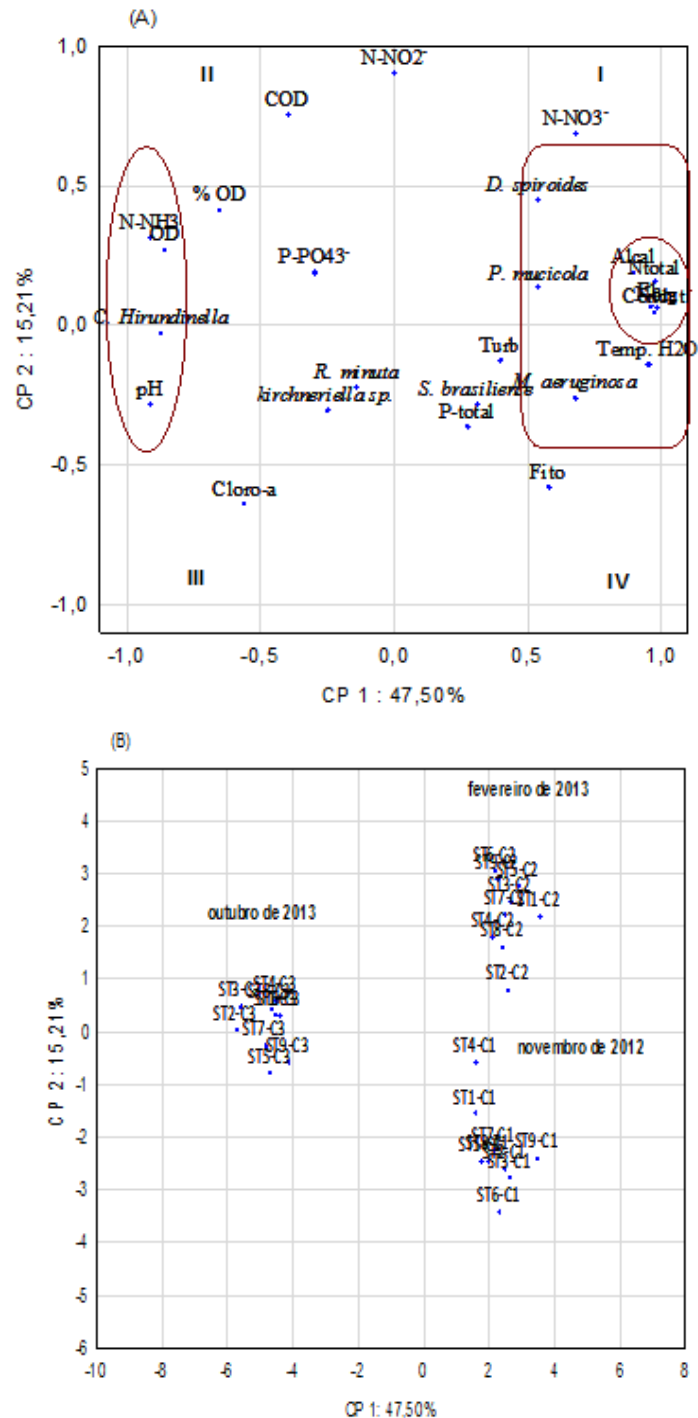


Figura 62: Associação entre as variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Santiago comparando os três períodos estudados; novembro de 12, fevereiro de 2013 e outubro de 2013, utilizando análise dos componentes principais 1 e 2. (A) - Densidade das espécies mais abundantes e variáveis físicas e químicas. (B) - Pontos do reservatório em cada período amostrado. Abreviações; Fito.=densidade fioplanctônica total, *Ceratum hirundinella*=C. *hirund.*, Cloro-a=clorofila-a, Turb.=turbidez, Alcal.=alcalinidade, Condut.=condutividade, e Temp. H₂O=temperatura da água.

5.4 RESERVATÓRIO DE CAXIAS

5.4.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água

O reservatório de Caxias nos meses de nov/12 e fev/13 foi caracterizado por apresentar elevadas temperaturas da água, apresentando um valor médio de 28,92 °C, e 26,9°C respectivamente. Em out/13 a temperatura da água foi menor.

A elevada temperatura contribuiu para o aumento do pH em fev/13 ($r= 0,99$, $p= 0,00$), e em out/13 ($r= 0,88$, $p< 0,001$). O aumento da temperatura têm um impacto nos processos químicos, aumentando o pH e promovendo maior geração de alcalinidade (PSENNER e SCHMIDT, 1992). O pH não oscilou ao longo de um eixo longitudinal, no entanto, o mês de fev/13 diferiu dos outros períodos, com valores mais baixos que foram fortemente correlacionados com o OD ($r= 0,99$, $p= 0,00$), condutividade ($r= 0,99$, $p= 0,00$), turbidez ($r=0,90$, $p=0,000$), e potencial redox (Eh) ($r= 0,98$, $p= 0,00$). Nesse mês a espécie *M. aeruginosa* ($r= 0,58$, $p= 0,001$) também contribuiu com os valores de pH.

A concentração do oxigênio dissolvido (OD) foi menor (Tabela 12) nos dois primeiros períodos. Em nov/13 quatro espécies responderam negativamente aos baixos valores de oxigênio dissolvido: *S. Brasiliense* ($r= -0,61$, $p= 0,001$), *P. Mucicola* ($r= -0,48$, $p= 0,01$), *Kirchneriella sp.* ($r= -0,42$, $p= -0,03$), e *S. Indica* ($r= -0,43$, $p= 0,024$), enquanto a espécie *Rhodomonas minuta* apresentou forte correlação positiva ($r= 0,79$, $p< 0,001$) com OD. Segundo Reynolds (1984), *R. minuta* tem uma alta capacidade metabólica com grande adaptabilidade para condições extremas de alta luminosidade. Porém, segundo o mesmo autor, esse gênero pode tolerar baixa luminosidade e usar de estratégia alimentar a fagocitose, e se desenvolver muito bem em lagos enriquecidos (REYNOLDS *et al.*, 2002). O OD contribuiu para o aumento das populações de *M. aeruginosa* ($r= 0,64$, $p< 0,001$) em fev/13, e para *Rhodomonas minuta* ($r= 0,79$, $p< 0,001$) em out/13.

A condutividade elétrica da água foi maior nos dois primeiros períodos, embora sejam considerados baixos valores (CAVALCANTE *et al.*, 2013). Os baixos valores de condutividade em nov/12 foi relacionada positivamente a temperatura da

água ($r= 0,79$, $p< 0,001$), o nitrato (N-NO_3^-) ($r= 0,52$, $p= 0,003$), e com a densidade total do fitoplâncton ($r= 0,67$, $p< 0,001$).

Em fev/13 a condutividade apresentou forte correlação positiva com a temperatura da água, pH, OD, e o potencial redox (Eh), todos com uma correlação de $r= 0,99$ ($p= 0,00$). A espécie *M. aeruginosa* foi associada positivamente à condutividade ($r= 0,65$, $p< 0,001$), sugerindo que esta espécie contribuiu para os baixos valores de condutividade. Em outubro de 2013 os valores foram muito baixos, com um valor mínimo de $1\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$ (Tabela 12). Segundo Esteves (1998), a condutividade pode ser reduzida em decorrência da produção primária. Neste período a condutividade também foi fortemente correlacionada com a temperatura da água ($r= 0,95$, $p= 0,001$), pH ($r= 0,9$, $p< 0,001$), e com o oxigênio dissolvido ($r= 0,85$, $p< 0,001$).

A turbidez foi baixa nos três períodos estudados. Em novembro de 2012 a turbidez apresentou forte correlação positiva com *Rhodomonas minuta* ($r= 0,81$, $p< 0,001$), e negativa com *S. Brasiliense* ($r= -0,65$, $p< 0,001$). O potencial redox apresentou baixos valores em nov/12, mais elevadas em fev/13, sendo considerados valores médios. Em out/13 os valores de condutividade foram todos negativos indicando um meio altamente redutor.

Tabela 10: Variáveis abióticas encontradas no reservatório de Caxias durante o período de estudo.

Variáveis	Novembro de 2012			Fevereiro de 2013			Outubro de 2013		
	Média	Mín - Máx	Desv pad.	Média	Mín - Máx	Desv pad.	Média	Mín - Máx	Desv pad.
Temp H ₂ O (°C)	28,92	27,6 - 30,3	0,79551	26,90	22,57 - 29,3	2,40709	21,57	18,9 - 23,4	1,388044
pH	8,29	7,88 - 8,57	0,19655	7,46	7,11 - 8,06	0,27304	8,63	7,44 - 9,13	0,568919
OD (mg.L ⁻¹)	7,59	6,32 - 8,75	0,82389	7,12	6,47 - 7,9	0,47323	9,44	7,51 - 10,3	0,87609
Condut (μS/cm ²)	18,78	17 - 21	1,22726	14,75	13 - 16	0,96825	3,44	1 - 5	1,571348
Turb (UNT)	4,28	3,01 - 7,73	1,43246	4,15	2,31 - 7,48	1,43698	9,60	7,15 - 11,6	1,402038
Eh (mV)	50,96	9 - 79,5	22,1159	120,38	63,3 - 150	24,5942	-91,67	-108 - -72,3	10,97036
Alcal (mEq.L ⁻¹)	399,67	301,4 - 522,4	58,4416	368,26	301,4 - 435,8	48,0348	254,48	244,8 - 262,6	5,704987

O carbono orgânico dissolvido (COD) apresentou concentrações de um ambiente oligotrófico nas duas primeiras coletas, embora em alguns pontos as concentrações ultrapassaram $3000\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, um limite de concentração estabelecido para ambientes oligotróficos (Figura 27). Os períodos de nov/12 e out/13

apresentaram uma semelhança no padrão de distribuição semelhantes ao longo do eixo longitudinal, com aumento das concentrações em um sentido rio-barragem, apresentando picos no ponto P9 da região lacustres, na primeira ($6.987,9 \mu\text{g.L}^{-1}$), e segunda coleta ($10.200 \mu\text{g.L}^{-1}$). Estas concentrações podem ter se originado do próprio fitoplâncton (autóctone), ou ter origem de alguma fonte externa como lançamento de efluente rico em matéria orgânica. Em nov/12 o COD apresentou forte correlação positiva com a alcalinidade ($r= 0,76, p < 0,001$), e com *Rhodomonas minuta* ($r= 0,55, p= 0,003$), que uma espécie oportunista relacionada com elevadas concentrações de nutrientes (BOVO-SCOMPARIN e TRAIN; 2008).

Tabela 11: Concentrações de nutrientes analisados no reservatório de Caxias durante o período estudado.

Variáveis	Novembro de 2012			Fevereiro de 2013			Outubro de 2013		
	Média	Min. - Máx.	Desv pad.	Média	Min. - Máx.	Desv pad.	Média	Min. - Máx.	Desv pad.
COD ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3253.1	1153.8 - 6987.9	1537.6	3831.2	3121.8 - 4244.3	409.5	5196.7	0.0 - 10200.0	2645.5
P-total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	73.8	54.3 - 90.6	11.5	4237.4	757.4 - 24774.2	7308.9	96.0	0.0 - 145.9	41.7
P- PO_4^{3-} ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0.0	0.0 - 0.0	0.0	3.6	1.7 - 11.7	2.9	39.5	33.0 - 89.4	17.6
N- NO_2^- ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0.0	0.0 - 0.0	0.0	11.6	11.0 - 12.0	0.3	11.7	10.3 - 13.7	0.9
N- NH_3 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0.0	0.0 - 0.0	0.0	87.4	74.5 - 105.7	9.3	123.4	0.0 - 181.2	48.9
N- NO_3^- ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	249.8	194.4 - 432.9	68.1	621.2	400.6 - 904.3	181.0	124.0	0.0 - 176.4	51.2
N-org ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3500.3	2999.4 - 4169.5	347.4	4888.8	838.9 - 5854.4	1466.0	*	* * * * *	*
N-total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	3750.0	3432.2 - 4387.3	314.9	6014.0	5467.7 - 6638.8	353.9	*	* * * * *	*

O P-total é o principal parâmetro para indicar o estado trófico dos corpos aquáticos continentais e via de regra, quando encontrados em concentrações muito elevadas promovem florações em diferentes sazonalidades. As concentrações de fósforo durante o período de estudo foram elevadas. Segundo o Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME (2004), a média das concentrações de P-total em nov/12 e out/13 foram típicas de lagos e reservatórios eutrofizados.

Outubro de 2013 foi o período mais crítico, apresentando uma média de $4237,4 \mu\text{g.L}^{-1}$, sendo classificado como hipereutrófico. O ponto 3 localizado na região fluvial apresentou uma concentração extremamente elevada (Figura 27) indicando que nesse local pode haver alguma entrada pontual de efluentes. O P-total apresentou forte correlação negativa com *P. Mucicola* ($r= -0,79, p < 0,001$) em nov/12, e em fev/13 ($r= -0,70, p < 0,001$). Em fev/13 *S. Brasiliense* também foi

desfavorecida ($r = -0,56$, $p = 0,002$) pela elevada concentrações de P-total. No último período de estudo o P-total contribuiu para o crescimento da biomassa fitoplanctônica ($r = 0,75$, $p < 0,001$). O meio extremamente redutor out/13 promoveu maiores concentrações de N-NH₃, onde o P-total apresentou forte correlação positiva com a N-NH₃ ($r = 0,81$, $p < 0,001$). Tanto o nitrogênio como o fósforo constituem-se como um dos principais nutrientes para o crescimento de processos biológicos, por isso são chamados de macro-nutrientes, e por ser exigido em grandes quantidades pelas células (CETESB, 2009).

Em novembro de 2012 não foram detectadas concentrações de P-PO₄³⁻, N-NO₂⁻, e N-NH₃. Em fev/13 e out/13 as concentrações de N-NO₂⁻, e N-NH₃. As concentrações são típicas de lagos oligotróficos. As concentrações de nitrato (N-NO₃⁻) foram classificadas para ambiente oligotrófico nos três períodos de coleta, embora em fev/13 as concentrações foram maiores, com um valor máximo no ponto 8 da região lacustre de 904,3 µg.L⁻¹, classificado como concentrações típicas de ambiente mesotrófico (Figura 27). O nitrato apresentou correlação positiva com *Dolichospermum spiroides* ($r = 0,50$, $p = 0,007$) em nov/12, e uma forte correlação negativa com *Rhodomonas minuta* ($r = -0,78$, $p < 0,001$) em fev/13. *Kirchneriella sp.* foi favorecida pelas concentrações de nitrato tanto em fev/13 ($r = 0,54$, $p = 0,004$) quanto em out/13 ($r = 0,71$, $p < 0,001$). Assim como nos trabalhos de Gentil *et al.* (2008), o nitrato foi associado às espécies da classe Chlorophyceae.

As concentrações de nitrogênio total foram maiores nas duas primeiras coletas, apresentando valores de médios de 3750,0 µg.L⁻¹ e 6014,0 µg.L⁻¹ respectivamente. As concentrações encontradas em nov/12 e fev/13 foram classificadas para lagos hipereutróficos (>2000,0 µg.L⁻¹) (WETZEL, 2001). Em nov/12 o N-total apresentou forte correlação positiva com o nitrogênio orgânico (N-org) ($r = 0,97$, $p = 0,00$), e em fev/13 também foi correlacionado com o N-org ($r = 0,64$, $p < 0,001$) indicando que a maior fração do nitrogênio encontrava-se na forma orgânica.

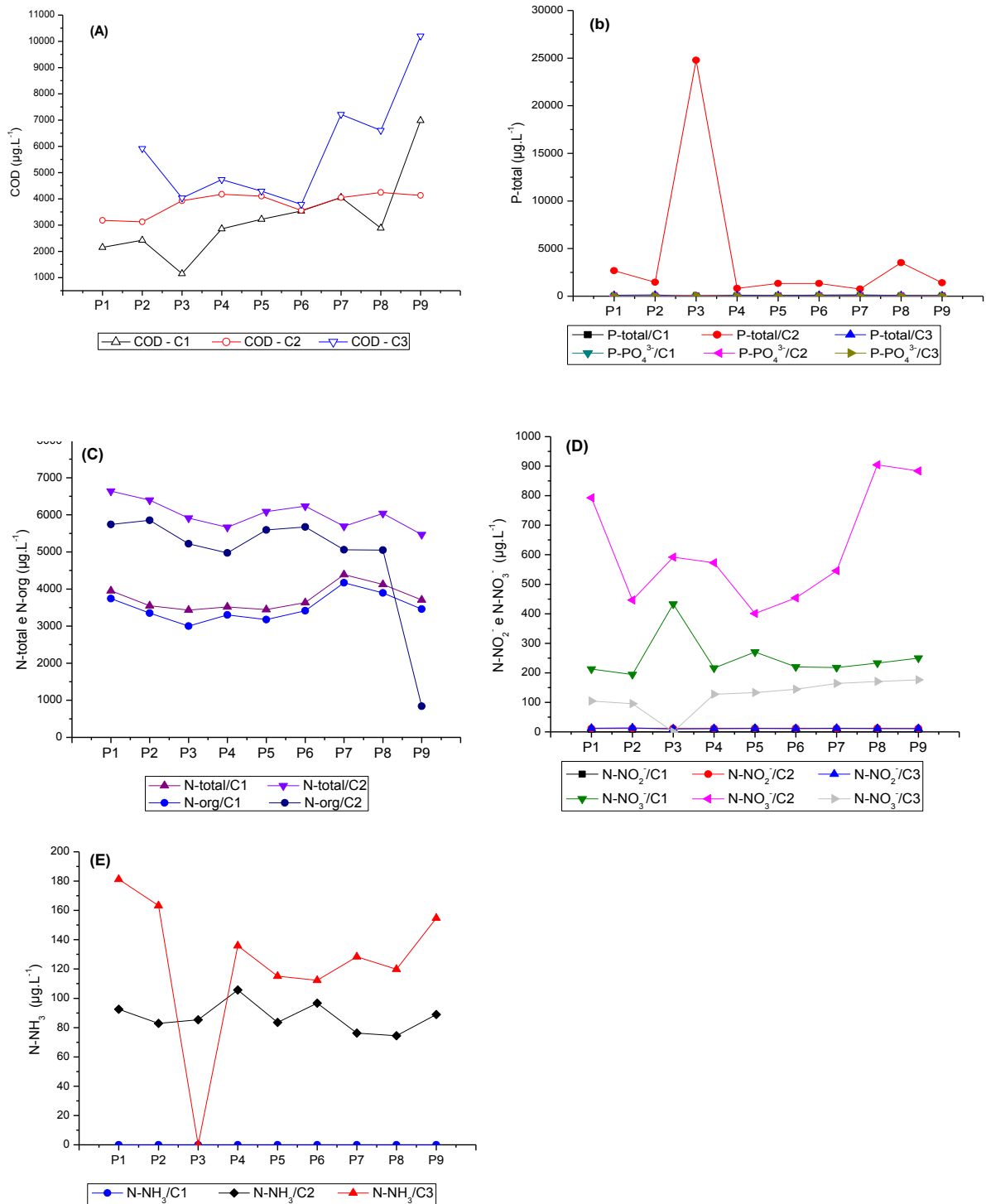


Figura 63: Distribuição horizontal por ponto de coleta no reservatório de Caxias das concentrações dos nutrientes; COD (A), P-total e P-PO₄³⁻ (B), N-total e N-org (C), NO₂⁻ e NO₃⁻ (D), e N-amoniaco (E). C1 = novembro de 2012, C2 = fevereiro de 2013, e C3 = outubro de 2013.

5.4.2 Comunidade Fitoplanctônica

5.4.2.1 Composição Fitoplanctônica

A número de táxons encontrados considerando todas as amostras dos períodos estudados foram de 99 táxons distribuídos em: Cyanophyceae (46 táxons), Chlorophyceae (25 táxons), Bacillariophyceae (13 táxons), Cryptophyceae (3 táxons), Chrysophyceae (3 táxons), Dinophyceae (3 táxons), Conjugatophyceae (4 táxons), Euglenophyceae (1 táxons), e Chlamidophyceae (1 táxons).

Em novembro de 2012 fora registrados 55 táxons, sendo a classe Cyanophyceae a mais abundante, seguida da classe Chlorophyceae. As cianobactérias apresentaram 21 táxons, dentre as quais, 5 táxons foram constantes: *Aphanocapsa sp.*, *Cyanodictyon sp.*, *Eucapsis densa*, *Merismopesia tenuissima*, e *Sphaerocavum brasiliense*. Apenas *Aphanocapsa sp.* e *S. brasiliense* estiveram ausentes em um dos pontos, mostrando que estas espécies apresentaram ampla distribuição. As espécies mais representativas dentro da classe Chlorophyceae foram *Kirchneriella sp.*, *Koliella lonsiseta tenuis*, e *Trebouxia cladoniae*. Em ambientes subtropicais e tropicais as clorofíceas apresentam maior riqueza de espécies. Segundo Silva (1999), a classe chlorophyceae apresenta maior contribuição em lagos e reservatórios brasileiros, e em seu estudo a classe contribuiu com 59% para composição fitoplanctônica no reservatório de Monte Alegre localizado no estado de São Paulo.

A segunda coleta foi caracterizada pelo registro de um elevados número de espécies e foi o período à apresentar maior riqueza. A classe das cianobactérias foi composta por 38 táxons, onde 12 espécie foram mais representativas apresentando pelo menos 50% de constância nas amostras analisadas (Figura 28). As espécies *Cyanodictyon sp.*, *Eucapsis densa*, *Microcystis aeruginosa*, e *Pseudanabaena mucicola* foram encontradas em todas as amostras. As clorofíceas foram o segundo grupo que apresentou maior riqueza, no entanto em números bem menores do que cianobactérias, onde 7 táxons constância, entre eles apenas a espécie *Coelastrum reticulatum* apresentou 100% de constância.

O último período o número de espécies foi bem menor, apresentando baixa riqueza, com predominância das cianobactérias. Uma possível explicação para a baixa riqueza pode estar relacionado ao maior desenvolvimento das populações de *C. hirundinella*, que apesar de apresentarem densidades mais expressivas se comparadas as outras coletas, não foi constatado floração. No entanto, foi observado predomínio de indivíduos dessa espécie em amostras qualitativas em todos os pontos analisados.

As cryptofíceas foram representadas pelas espécie *Cryptomonas brasiliensis*, *Cryptomonas ovata*, e *Rhodomonas minuta* nos três períodos de coleta indicando que estas especies são muito bem adaptadas à diferentes condições climáticas. As três espécie foram consideradas constante, pois foram encontradas em todos os pontos de coleta, exceto pela espécie *C. ovata* que esteve ausente em uma das amostras em cada período.

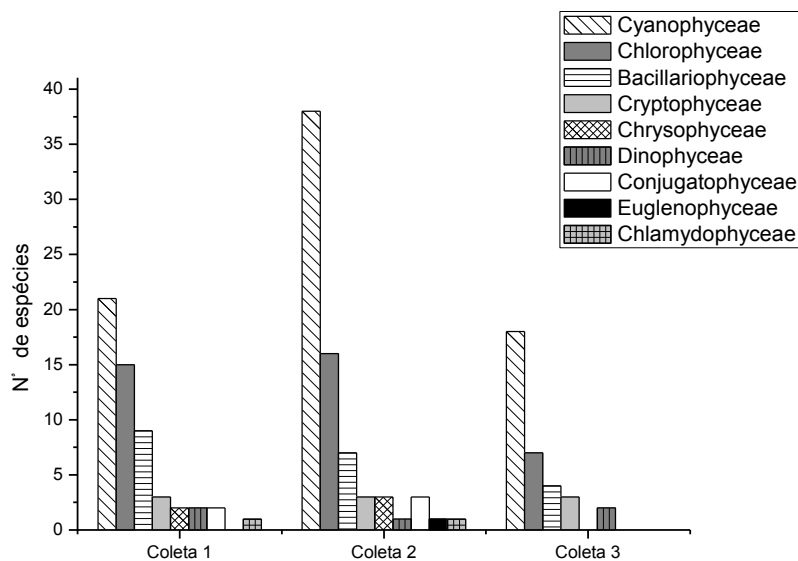


Figura 64: Número de táxons representados por classe registrados em novembro de 2012 (coleta1), fevereiro de 2013 (coleta 2) e outubro de 2013 (coleta 3) no reservatório de Caxias.

5.4.2.2 Biomassa Fitoplantônica

A biomassa fitoplanctônica no reservatório de Caxias diferiu tanto em relação a densidade total quanto à contribuição de cada classe nos períodos estudados. A biomassa fitoplanctônica em nov/12 e fev/13 exibiu uma distribuição decrescente no sentido rio-barragem, onde as cianobactérias contribuíram em 82% para a densidade média do fitoplâncton total na primeira coleta. Em outubro de 2013 as criptofíceas apresentaram a maior biomassa ao longo de um eixo longitudinal, onde os maiores valores de densidade foram registrados na região fluvial (Figura 30) nos pontos P1, P2, e P3, indicando a zona fluvial como a mais produtiva. Embora a camada de mistura geralmente exceda a camada fótica nesta região, podem ocorrer elevada biomassa fitoplanctônica.

O primeiro período estudado apresentou valores absolutos do fitoplâncton total mais elevados nos pontos das regiões litorâneas, pontos P3, P4, e P6, e nos pontos de profundidade P2/PF e P5/PF, mas o ponto que apresentou maior densidade foi o ponto P3 ($45.065 \text{ ind.mL}^{-1}$), onde a cianobactéria *Sphaerocavum brasiliense* apresentou uma densidade de $39.479 \text{ céls.mL}^{-1}$ (Figura 29). Esta espécie foi dominante na ausência de *Microcystis aeruginosa*. Segundo Gentil *et al.* (2008) *S.brasiliense* apresenta elevada biomassa na primavera em substituição à *M. aeruginosa*. Nesse período *S. brasiliense* foi correlacionada negativamente com o OD ($r = -0,61, p = 0,001$), turbidez ($r = -0,65, p < 0,001$), nitrogênio orgânico ($r = -0,64, p = 0,001$), e *Rhodomonas minuta* ($r = -0,73, p = 0,000$), enquanto *R. minuta* apresentou forte correlação positiva com OD ($r = 0,79, p < 0,001$), e com a turbidez ($r = 0,81, p < 0,001$) revelando que a estrutura da comunidade e a seleção de espécies é controlada pelas variáveis físicas e químicas do meio, bem como espécies resilientes como *R. minuta* que são favorecidas em condições de estresse, vivendo em uma ampla variedade de ambiente (REYNOLDS *et al.*, 2002).

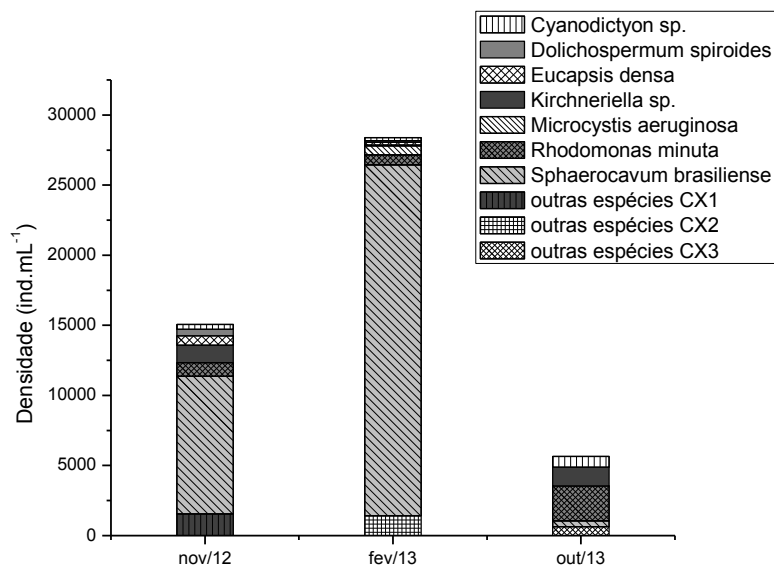


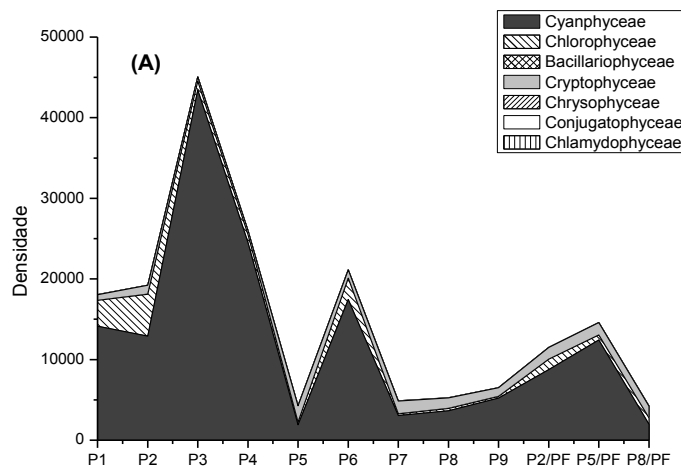
Figura 65: Contribuição dos táxons mais abundantes para densidade fitoplanctônica total encontrados nos três períodos de coleta (nov/12, fev/13, e out/13) no reservatório de Caxias.

A abundância fitoplanctônica foi mais elevada no período de fev/13, com uma densidade média de $28.395 \text{ ind.mL}^{-1}$ (Figura 30), onde 92% da composição da biomassa foi formada por cianobactérias. A maior densidade fitoplanctônica foi registrada na região intermediária no ponto P5, com $142.482 \text{ ind.mL}^{-1}$ e a espécie responsável pelo pico de densidade tanto no ponto P5 quanto no P6 foi a espécie *S. Brasiliense*. A espécie *S. Brasiliense* apresentou pouca tolerância às elevadas temperatura da água ($r = -0,38$, $p = 0,049$) e foi desfavorecida pelas concentrações de oxigênio dissolvido relativamente baixas ($r = -0,4$, $p = 0,039$). A mesma foi encontrada em 7 pontos amostrados incluindo os de profundidade, e sua biomassa foi maior, indicando ser uma espécie dominante. Gou *et al.* 2010, aponta que a presença de espécies dominantes sustentam a estabilidade e sucessão do fitoplâncton sob condições de variações no meio aquático.

As espécies *M. aeruginosa* e *R. minuta* apresentaram relativa importância para os valores de densidade em fev/13, e foram espécies amplamente distribuídas horizontalmente, contribuindo para a densidade fitoplanctônica na maioria dos pontos amostrados. A espécie *R. minuta* geralmente é associada à matéria orgânica, e apesar de não ter apresentado correlação significativa com nitrogênio orgânico ou com o carbono orgânico dissolvido, apresentou forte correlação negativa com o nitrato ($r = -0,78$, $p = 0,000$), e a *M. aeruginosa* mostrou estar mais relacionada a

meio mais oxidantes ($r=0,69$, $p< 0,001$) com elevada temperatura da água ($r= 0,59$, $p< 0,001$).

O período de out/13 foi marcado como o período de menor densidade fitoplanctônica, com uma densidade média de $5.640 \text{ ind.mL}^{-1}$, onde o maior valor registrado no ponto P2. A distribuição das densidades entre as classes foi mais equitativa em virtude da diminuição da biomassa de cianobactérias, promovendo o desenvolvimento de *R. minuta*. A classe Cyanophyceae foi representada por poucas espécies, e as densidades mais significativas foram de *Cyanodictyon sp.* (Figura 29). As criptofíceas foram as mais abundante nesse período, sendo representada principalmente por *R. Minuta* e apresentou uma forte correlação positiva com a turbidez ($r= 0,81$, $p< 0,001$) e com o OD ($r= 0,79$, $p< 0,001$). As clorofíceas foram pouco abundantes, exceto *Kirchneriella sp.* que apresentou um valor médio de $1.333 \text{ ind.mL}^{-1}$. A espécie *Ceratium hirundinella* apresentou baixos valores de densidade, com uma média de 197 ind.mL^{-1} , no entanto foi constatado elevado número de indivíduos nas amostras do qualitativo, sugerindo que houve floração.



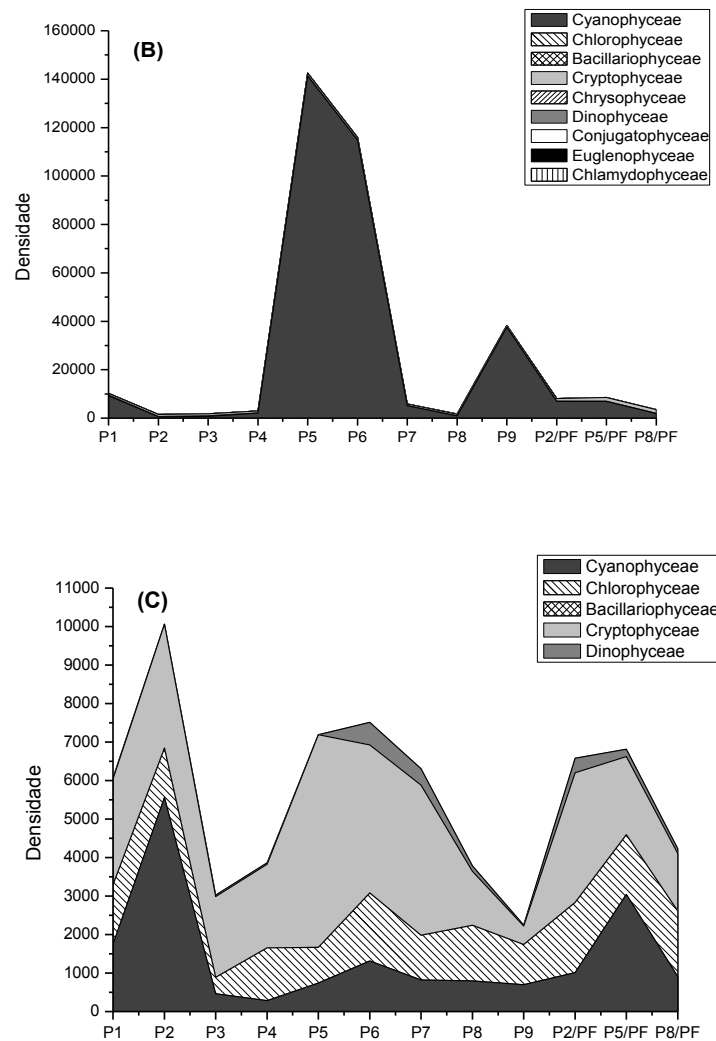


Figura 66: Representação da distribuição horizontal da densidade fitoplanctônica separado por classe encontrados no reservatório de Caxias nos três períodos amostrados; novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013 (B), e outubro de 2013 (C).

5.4.2.3 Concentração de Clorofila-a

O reservatório de Caxias apresentou concentrações de clorofila-a maiores na primeira coleta (Figura 31). Os valores diferiram pouco entre os pontos amostrados, apresentando uma média de $5,41 \mu\text{g.L}^{-1}$, que são concentrações típicas de ambientes mesotróficos.

Na segunda coleta as concentrações foram menores e apresentou uma concentração média de $1,20 \mu\text{g.L}^{-1}$. O último período apresentou as menores concentrações de clorofila-a, excluindo o ponto P7, com uma média de concentração foi de $0,13 \mu\text{g.L}^{-1}$. De modo geral, o reservatório de Caxias nos dois últimos períodos, apresentou concentrações típicas de ambiente oligotrófico.

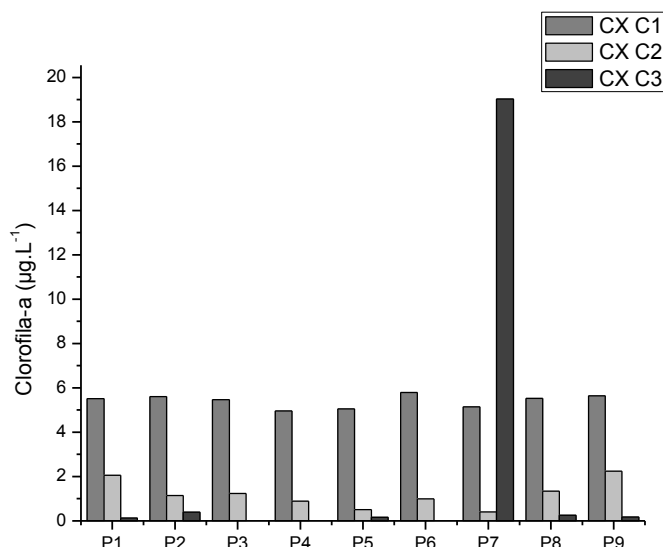
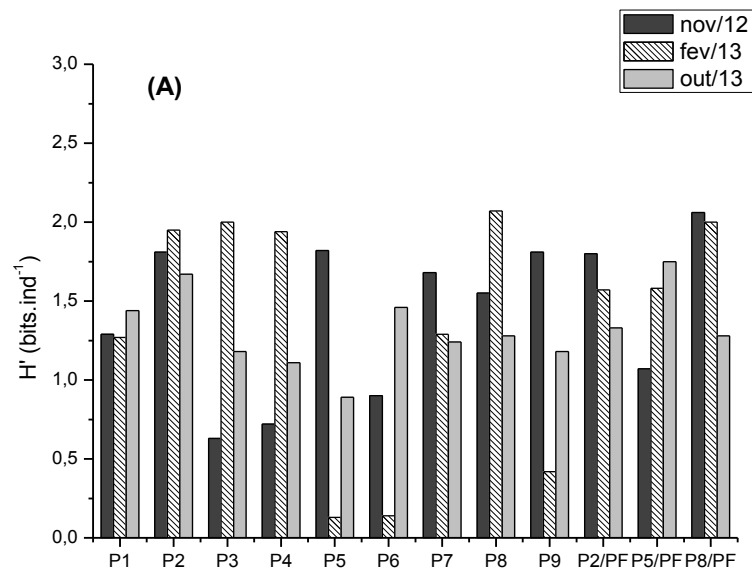


Figura 67: Concentração de clorofila nos pontos de amostragem em novembro de 2012 (C1), fevereiro de 2013 (C2), outubro de 2013 (C3).

5.4.2.4 Índice de diversidade e equitabilidade

A diversidade de espécies no primeiro período estudado apresentou, o menor índice registrado no ponto P3 ($0,63 \text{ bits.ind}^{-1}$) e maior no P8/PF ($2,06 \text{ bits.ind}^{-1}$) (Figura 32). Os pontos P3 e P4 apresentaram baixa diversidade em decorrência dos altos valores de densidade de *S. Brasiliense*, a espécie de cianobactéria que dominou neste período. Os maiores índices de diversidade ocorreram em grande parte nos pontos localizados região pelágica, onde a comunidade fitoplanctônica nos pontos de profundidade P5, P5/PF, e P8/PF, mostrando maior equilíbrio. A equitabilidade foi considerada relativamente elevada, apresentando índices acima de 0,5.

Em fevereiro de 2013 a diversidade foi baixa, apresentando índices inferiores a $0,5 \text{ bits.ind}^{-1}$ em dois pontos da região intermediária e uma na lacustre. A baixa diversidade refere-se à elevada abundância de *S. brasiliense*, assim como ocorreu em nov/12. A equitabilidade foi mais baixa nesse período, indicando menor resiliência no ambiente. O último período de estudo, a diversidade foi mais baixa, com índices inferiores à $2,0 \text{ bits.ind}^{-1}$ em 83% dos pontos amostrados, apenas nos pontos P2 e P5/PF, localizados na região pelágica, a diversidade foi mais elevada, onde mais espécies contribuíram para a biomassa fitoplanctônica. A equitabilidade foi mais elevada apresentando índices de acima de 0,5, e a maior equitabilidade foi registrada o ponto P5/PF, apresentando um índice de 0,76.



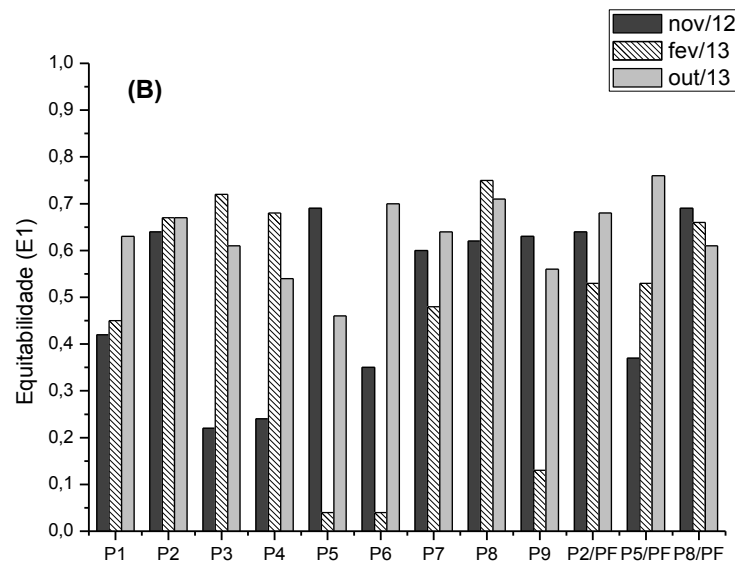


Figura 68: Índices de diversidade (H') (A) e equitabilidade (E1) (B) representados por ponto de coleta nos três períodos estudados no reservatório de Caxias: nov/12, fev/13 e out/13.

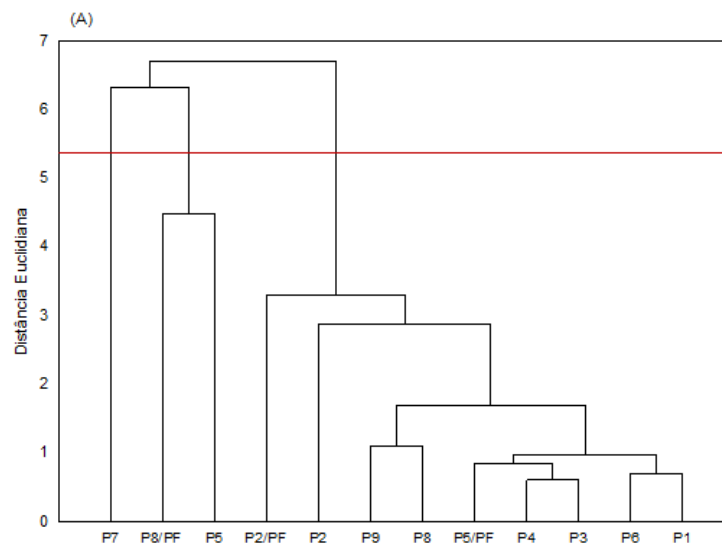
5.4.3 Análise Estatística dos Dados

5.4.3.1 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento realizada em novembro de 2012 apresentou dois grupos distintos. O maior grupo incluiu quase todos os pontos, o segundo foi formado pelos pontos P5 e P8/PF, e o P7 não foi incluído em nenhum cluster mostrando que a estrutura da comunidade fitoplanctônica deste ponto diferem de todos os outros (Figura 33). De um modo geral os pontos apresentaram grande dissimilaridade, embora alguns subgrupos a semelhança foi maior. A menor distância Euclidiana foi encontrada entre os pontos P3 e P4 (0,59), onde foi observado uma similaridade entre as densidades de 7 espécies mais representativas, principalmente de *Koliella longiseta tenuis*, *R. minuta*, *S. Brasiliense* e *Merismopedia tenuissima*. O terceiro subgrupo de importância reuniu dois pontos da região lacustre formado pelos pontos P8 e P9 revelando maior homogeneidade

na estrutura da comunidade na zona lântica, onde as densidades das espécies das classes Cyanophyceae, Chlorophyceae e Cryptophyceae foram semelhantes.

Em de fev/13 três grupos foram separados com um corte entre as distâncias 4 e 6. Grande similaridade foi constatada entre os pontos P5 e P6 apresentando uma distância Euclidiana de 0,037 com valores de densidade muito semelhante dos táxons; *Aphanocapsa elachista*, *Aphanocapsa holsatica*, *Cyanodictyon sp.*, *S. Brasiliense*, *Chlorococcum humicola*, *Elakatothrix gelatinosa*, e *P. mucicola*. Nestes pontos ocorreram as maiores densidades de cianobactérias. O grupo formado pelos pontos P5/PF e P4 foi agrupado à uma distância euclidiana de 4,5, apresentando grande dissimilaridade. O grupo da esquerda uniu pontos da região fluvial, P2 e P3, a uma distância de 2,4 que revela alguma similaridade. Os pontos P8 e P8/PF foram agrupados sugerindo que existe alguma semelhança entre os mesmos.



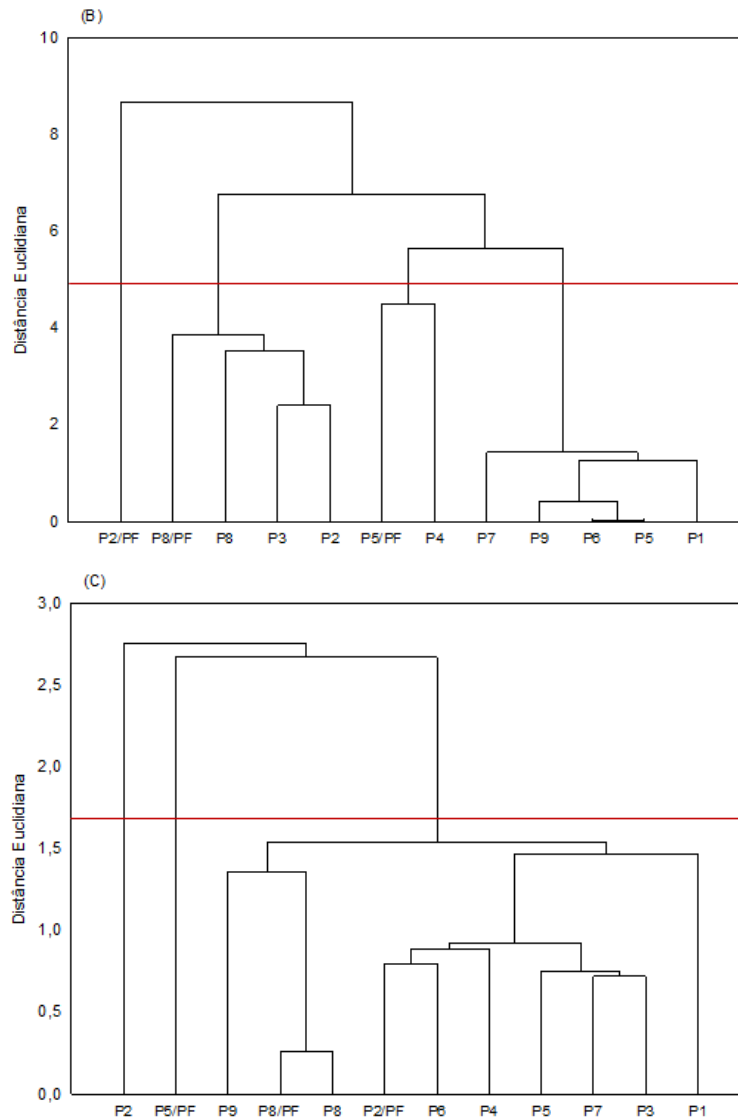
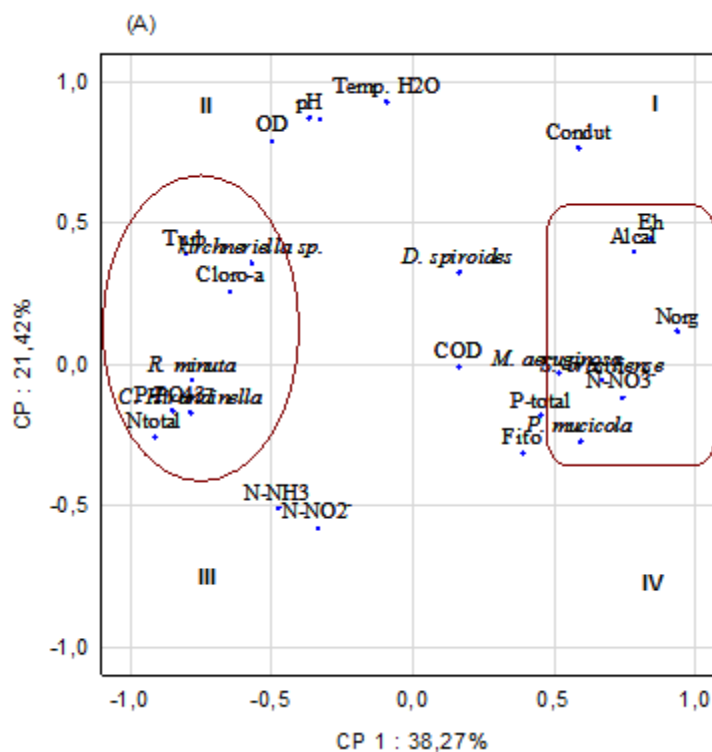


Figura 69: Distância Euclidiana obtida nos pontos amostrados com base nos dados de densidade dos táxons encontrados em novembro de 2012 (A), fevereiro de 2013, e outubro de 2013 (C) no reservatório Caxias.

Em outubro de 2013 um grande grupo foi formado e outro grupo menor. O menor grupo reuniu os pontos P8 e P8/PF, que apresentaram uma distância Euclidiana 0,26, onde ambos pertencem ao mesmo sítio de coleta, sendo uma amostragem realizada na subsuperfície e a outra a dois metros de profundidade. A grande similaridade apresentada entre estes pontos pode indicar uma uniformidade na distribuição vertical das espécies na coluna d'água. No mesmo *cluster* o ponto P9 foi agrupado evidenciando que a região lacustre apresentou maior uniformidade na distribuição entre as espécies.

5.4.3.2 Análise de Componentes Principais (ACP) – Ordenação das Variáveis Bióticas e Abióticas

Os dois primeiros fatores (componentes) não explicarem 70%. O primeiro componente principal (CP 1) separou dois grupos de variáveis distintos. O lado positivo do CP 1 explicou melhor as seguintes variáveis; nitrogênio orgânico (0,93), potencial redox (0,84), alcalinidade (0,77), nitrato (0,73) e *S. Brasilense* (0,67). Essas associações podem indicar que o nitrato está favorecendo principalmente a cianobactéria *S. Brasilense*. A associação da alcalinidade com o nitrogênio orgânico em um meio mais redutor podem ser um indicativo de poluição orgânica. O lado negativo do CP 1 mostra a associação entre turbidez, clorofila-a, nitrogênio total, fósforo, *R. minuta* e *C. hirundinella* todos com valores de correlação com significância maior que 0,6. Essas associações indicam que concentrações de N-total e fósforo estão favorecendo as populações de *R. minuta* e *C. hirundinella*, que por sua vez estão contribuindo para as concentrações de clorofila-a.



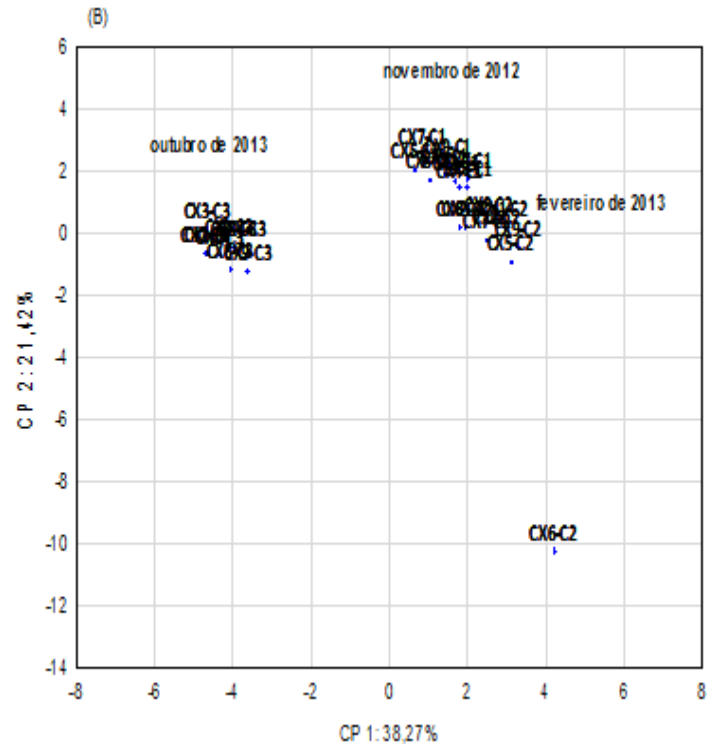


Figura 70: Associação entre as variáveis bióticas e abióticas no reservatório de Salto Caxias comparando os três períodos estudados; novembro de 12, fevereiro de 2013 e outubro de 2013, utilizando análise dos componentes principais 1 e 2. (A) - Densidade das espécies mais abundantes e variáveis físicas e químicas. (B) - Pontos do reservatório em cada período amostrado. Abreviações; Fito.=densidade fioplanctônica total, *Ceratium hirundinella*=*C. hirund.*, Cloro-a=clorofila-a, Turb.=turbidez, Alcal.=alcalinidade, Condu.=condutividade, e Temp. H₂O=temperatura da água.

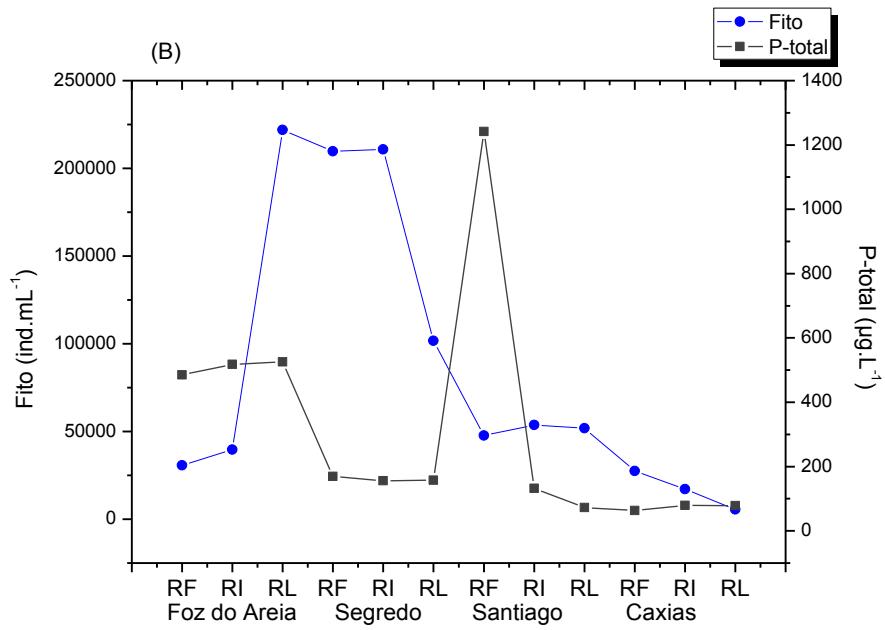
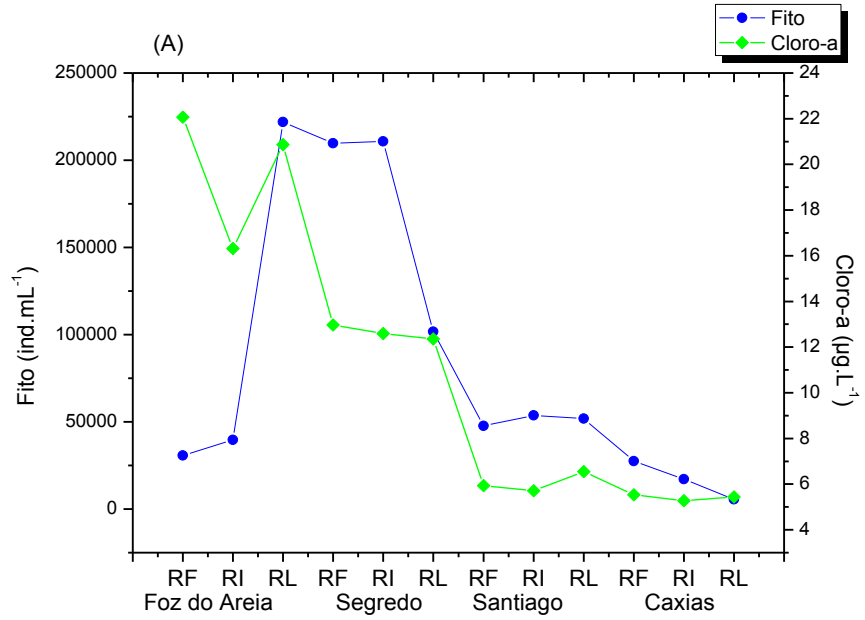
O segundo componente principal localizado no lado positivo, associou a temperatura da água (0,93), pH (0,87), oxigênio dissolvido (0,79), saturação do oxigênio (0,86) e condutividade elétrica (0,76). O terceiro fator relaciona *M. aeruginosa* (0,72) ao fosfato (0,61) e nitrito (0,71) indicando que as formas reativas de P e N estão contribuindo para o desenvolvimento da espécie.

A clorofila-a, *Kirchneriella sp.*, *R. minuta*, *C. hirundinella*, turbidez, foram mais associados ao mês de outubro de 2013, enquanto a alcalinidade, potencial redox, carbono orgânico dissolvido, nitrogênio orgânico e *D. spiroides* foram mais associados à primeira e segunda coleta.

5.5 RESERVATÓRIOS EM SISTEMA DE CASCATA

Os reservatórios em série do rio Iguaçu; Foz do Areia, Segredo, Santiago e Caxias foram caracterizados com base nos dados de densidade fitoplanctônica total, concentração de clorofila-a, e fósforo total. Ao longo do sistema em cascata foi observado em novembro de 2012 e fevereiro de 2013 uma semelhança na variação dos componentes limnológicos. As concentrações de clorofila-a e as densidades fitoplanctônicas cresceram de forma vertiginosa no sentido Foz do Areia-Segredo e decresceram de forma brusca no reservatório de Santiago e Caxias, apesar da densidade fitoplanctônica apresentar um pico na região intermediária do reservatório de Caxias na segunda coleta. As concentrações de fósforo total apresentaram variações contrárias aos valores de clorofila-a e densidade fitoplanctônica. O fósforo apresentou menores concentrações quando a biomassa fitoplanctônica foi extraordinariamente elevada em Segredo, e as concentrações foram maiores nos reservatório de Santiago (nov/12) e Caxias (fev/13), onde a biomassa fitoplanctônica foi menor.

Os parâmetros de biomassa apresentaram uma continuidade no sistema em cascata corroborando com o modelo de variação de biomassa apresentado por Barbora *et al.* (1999) que discute o Conceito Continuum de Reservatórios em Cascata (CCRC). Entretanto, a variação das concentrações de fósforo total apresentou uma descontinuidade, apresentando maiores concentrações à jusante. A complexidade da estrutura hidrodinâmica dos reservatórios em sistema de cascata provocam profundas mudanças na dinâmica dos fatores limnológicos, bem como as características geomorfológicas da bacia de drenagem em que o sistema está inserido irão influenciar grandemente a variação dos componentes bióticos e abióticos.



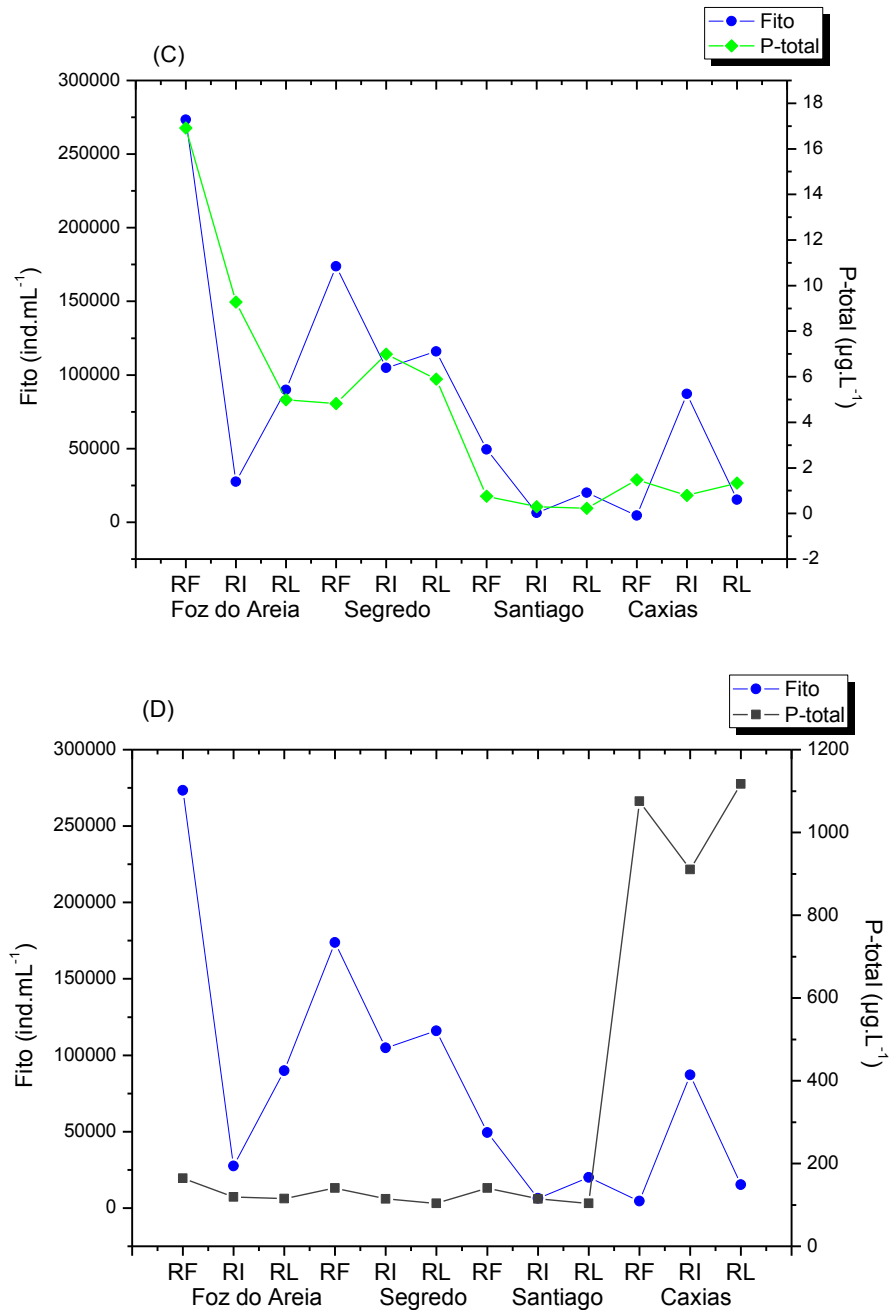


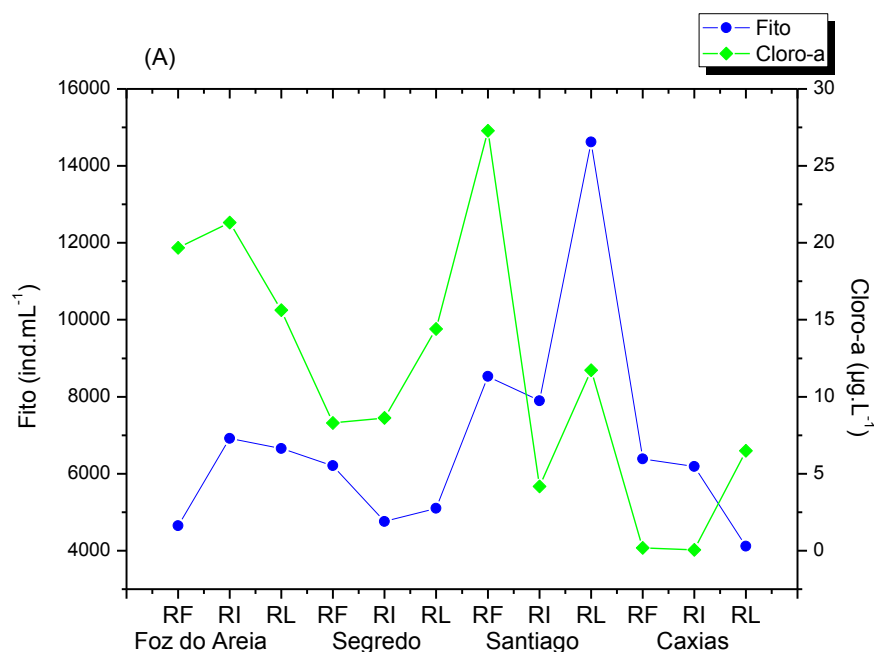
Figura 71: Distribuição horizontal das variáveis: densidade fitoplanctônica total e clorofila-a em nov/12 (A), densidade fitoplanctônica total e P-total em nov/12 (B), densidade fitoplanctônica total e clorofila-a em fev/13 (C), densidade fitoplanctônica total e P-total em fev/13 (D).

As elevadas concentrações de fosfato ($1241,68 \mu\text{g.L}^{-1}$) na região fluvial em Santiago no período de nov/12 parecem estar relacionadas com o decréscimo da biomassa fitoplanctônica, assim como em fevereiro de 2013 as elevadas

concentrações de P-total no reservatório de Caxias podem estar associadas ao decréscimo da biomassa (Figura 35).

A distribuição horizontal da densidade fitoplanctônica e das concentrações de clorofil-a apresentaram um quadro diferente no último período estudado, onde os valores de biomassa fitoplanctônica aumentaram no sentido Foz do Areia-Santiago com um pico de densidade fitoplanctônica na região lacustre de Santiago e decréscimo em Caxias, bem como as concentrações de clorofila-a, mas com uma diferença na região em que pico de concentração ocorreu, que foi na região fluvial do mesmo reservatório.

Semelhantemente aos dois primeiros períodos estudados, em outubro de 2013, o P-total apresentou picos de concentração onde a biomassa fitoplanctônica foi baixa, e concentrações menores quando a biomassa foi mais elevada. Em Santiago o P-total mostrou correlação positiva com a clorofila-a ($r= 0,62$, $p= 0,001$), fitoplâncton total ($r= 0,73$, $p< 0,001$), *S. Brasiliense* ($r= 0,78$, $p< 0,001$), e com *C. hirundinella* ($r= 0,73$, $p< 0,001$), indicando que o P-total está favorecendo o fitoplâncton. No reservatório de Caxias o P-total apresentou um pico de concentração, enquanto as concentrações de clorofila-a e as densidades de fitoplâncton foram menores. Nesse período no reservatório de Caxias, o fósforo total não apresentou correlação significativa com a clorofila-a ($r= -0,35$, $p= 0,06$), mas foi fortemente correlacionada com o fitoplâncton total ($r=0,75$, $p< 0,001$).



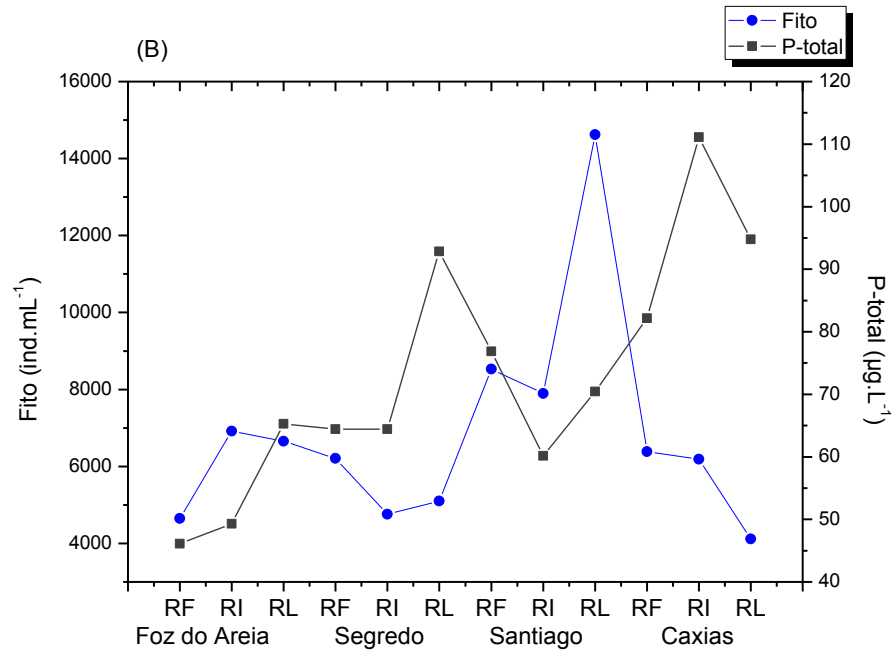


Figura 72: Distribuição horizontal das variáveis: densidade fitoplancônica total e clorofila-a em out/13 (A), densidade fitoplancônica total e P-total em out/13 (B).

6 CONCLUSÃO

- Os reservatórios no começo da cascata, Foz do Areia e Salto Segredo, apresentaram características de ambientes fortemente impactados, com concentrações de nutrientes elevadas que contribuíram para a ocorrência de maciça floração de cianobactérias, especialmente de *Microcystis aeruginosa* e *Sphaerocavum brasiliense*, registrada nos meses de novembro de 2012 e fevereiro de 2013.
- Foz do Areia, historicamente tem registrado ocorrência de intensas florações, e apesar de apresentar condições ótimas para o desenvolvimento de maciças monoculturas de cianobactérias, tais como: ser localizada no início da cascata, e apresentar maior tempo de retenção, o reservatório de Segredo apresentou maior biomassa fitoplanctônica ao longo do eixo longitudinal.
- De acordo com a constatação de um aumento de forma exponencial da biomassa fitoplanctônica de Foz do Areia para Segredo, e declínio em Santiago e Caxias, constata-se uma continuidade no Sistema em relação a biomassa.
- Para as concentrações de P-total, N-total e o carbono orgânico dissolvido (COD), os reservatórios em cascata não apresentaram características de um sistema contínuo em nenhum dos períodos estudados, pois as concentrações encontradas nos reservatórios à jusante, parecem não estar somente relacionadas à influência das concentrações encontradas nos reservatórios à montante.
- Em fevereiro de 2013, o aumento gradual das concentrações de COD até o reservatório de Santiago, pode indicar que esteja ocorrendo contaminação dos mananciais gerado por despejos de efluentes, ocupação indevida do solo e contribuição agrícola.
- O registro de concentrações mais elevadas do carbono orgânico dissolvido e o melhor desenvolvimento de *C. hirundinella* em outubro de 2013, podem estar relacionados com a mistura vertical e estratificação da coluna d'água promovido pela maior turbulência devido a abertura das comportas.
- Os baixos índices de diversidade e de equitabilidade nos reservatórios de Foz do Areia e de Segredo indicam um ambiente desequilibrado, que ameaçam a integridade da cadeia trófica desses ambientes. A diversidade mais elevada nos reservatórios de Santiago e Caxias estão mais relacionados à baixa densidade de

cianobactérias, mostrando que a comunidade fitoplanctônica apresentou maior resiliência.

- A predominância de cianobactérias associadas à elevadas temperaturas e concentrações de nutrientes em todo o sistema, mostram que os reservatórios do rio Iguaçu estão passando por um intenso processo de degradação, que ameaça a integridade das comunidades biológicas, e podem causar sérios danos à saúde do ecossistema como um todo.

REFERÊNCIAS

ALGAE IDENTIFICATION. **Algae Identification Lab Guide Accompanying manual to the Algae Identification Field Guide**. Ottawa (Ontario/Canada): Publications Services, 2011.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. New York: American Public Health Association, 1998.

BARBOSA, F. A. R.; PADISAK, J.; ESPINDOLA E. L. G.; BORICS, G.; ROCHA O. The cascading reservoir Continuum Concept (CRCC) and its application to the river Tiete-Basin, Sao Paulo State, Brazil. **Theoretical Reservoir Ecology and its Applications**. p. 425 – 437, 1999.

BAXTER, R. M. Environmental effects os reservoir. In: Gunnison, D. Ed. Microbial process in reservoirs. **Developments in Hidrobiologia** 27. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht. p. 1-26, 1985.

BECKER, Vanessa; CAPUTO, Luciano; ORDÓNEZ, Jaime; MARCÉ Rafael; Joan, ARMENGOL; CROSSETTI Luciane O.; HUSZAR, Vera L. M. Driving factors of the phytoplankton functional groups in a deep Mediterranean reservoir. **Water Research**. v. 44, p. 3345 - 3354, 2010.

BELLINGER, E. B. (1992). **Key to Common Algae**. Freshwater, estuarine and some coastal species. The institute of water and Environmental Management - London, 138 p.

BEM, Carla Cristina. **Determinação do Estado de Eutrofização de um Lago Raso: Estudo de Caso do Lago Barigui – Curitiba**. 2009. 120 f. Dissertação (Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BICUDO , C. E. M.; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: Chave para identificação e descrições. São Carlos: Rima 2006

BLACK, Ken; YILMAZ, Mete; PHILIPS, Edward J. Growth and Toxin Production by *Microcystis aeruginosa* PCC 7806 (Kutzing) Lemmerman at Elevated Salt Concentrations. **Journal of Environmental Protection**. v. 2, p. 669-674, 2011. Disponível em: < <http://www.SciRP.org/journal/jep>>. Acessado em: 04 fev. 2012.

BONNET, M. P.; POULIN, M. Numerical modelling of the planktonic succession in a nutrient-rich reservoir: environmental and physiological factors leading to *Microcystis aeruginosa* dominance. **Ecological Modelling**. v. 156, p. 93-112, 2002.

BORGES, Paila A. F.; TRAIN, Sueli; RODRIGUES, Luzia C. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical brazilian reservoirs. **Hydrobiologia** v. 607, p. 63-74, 2008.

BOVO-SCOMPARIN, Vânia, M.; TRAIN, Sueli. Long-term variability os the phytoplankton community in a isolated floodplain lake os the Ivinhema River State Park, Brazil. **Hydrobiologia** v. 610, p. 331 – 344, 2008.

BRASSAC, Nicole M.; PRESTES, Ellen C.; MIRANDA, Tânia L. G. de; LUDWIG, Telma A. V.; TREMARIN, Priscila I.; MULLER, Ingrid I.; PEREIRA, Paulo S. Ocorrência de florações em reservatórios hidrelétricos: O caso da UHE Foz do Areia. In: **XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 11, 2009, Campo grande, Mato grosso do sul. Disponível em: http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/1e722e59f6c7521ed424dcc83c0385f7_4da599a7f50a3ecc880f61d99a013fd8.pdf.

CALIJURI, Maria. C.; DOS SANTOS, André. C. A.; JATI, Susicley. Temporal changes in the phytoplankton community in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, S. P. Brazil). **Journal of plankton research**, v. 4, n. 7, p. 617-634, 2002.

CANADA (Winnipeg). Canadian Council Of Ministers Of The Environment. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life. **Phosphorus: Canadian Guidance ramework for the Management of Freshwater Systems**: Canadian environmental quality guidelines. Winnipeg. 2004. 6 p.

CANTER-LUND, H.; LUND, J. W. **Freshwater Algae – Their Microscopic wolrd explored**. England: Biopress Limitef, 1998.

CARDOSO, Ariane Silva; FILHO, Silvio M. P. da S.; ALVES, Anthony E.; ROCHA, Cacilda M. C.; CUNHA, Maristela C. C. Fitoplâncton como bioindicador de eventos extremos na bacia do rio Una, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.6, n.4, p. 697-710, 2013.

CARVALHO, Maria do C. **Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo**. 2003. 130 f. Tese (doutorado em saúde pública) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CAVALCANTE, Y.L.; HAUSER-DAVIS, R.A.; SARAIVA, A.C.F.; BRANDÃO, I.L.S.; OLIVEIRA T.F.; SILVEIRA, A.M. Metal and physico-chemical variations at a hydroelectric reservoir analyzed by Multivariate Analyses and Artificial Neural Networks: Environmental management and policy/decision-making tools. **Science of the Total Environment**. v. 442, p. 509-514, 2013.

CRAYTON, M. A. **Toxic cyanobacteria blooms - A Field/Laboratory Guide Office of Environmental Health Assessments, Washington State Dept. of Health**, New Market Box Olympia, WA, 1993.

CHELLAPPA, Naithirithi T.; CHELLAPPA, Thiago; CÂMARA, Fabiana R. A.; ROCHA, Odete, CHELLAPPA, Sathyabama. Impact of stress and disturbance factors on the phytoplankton communities in Northeastern Brazil reservoir. **Limnologica**. v. 39, p. 273 – 282, 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2009.

COPEL. Usina Bento Munhoz da Rocha Netto. Disponível em: <<http://www.copel.com>>. Acesso em: 23 nov. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. Resolução Conama no 357. Disponível em:< www.mma.conama.gov.br/conama> Acesso em 31 mai. 2012.

COSTA, Ivaneide A. S. Da.; CUNHA, Sandra R. de S.; PANOSSO Renata, ARAÚJO, Magnólia F. F.; MELO, Josette L. de S.; ESKINAZI-SANT'ANNA, Eneida Maria. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande Do Norte. **Oecologia Brasiliensis**. v. 13, n. 2, p. 382 - 401, 2009.

COSTA, Ivaneide. A. S.; AZEVEDO, Sandra. M. F. O.; SENNA, Pedro. A. C.; BERNARDO R. R.; COSTA, S. M.; CHELLAPPA, Naithirithi T. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal of Biology**. v. 66, n. 1B p. 211 - 219, 2006.

COX, E. J. **Identification of freshwater Diatoms from live Material**. London : Chapman & Hall, 1996.

CROSSETTI, LO.; BICUDO, DC.; BICUDO, CEM.; BINI, LM. Phytoplankton biodiversity changes in a shallow tropical reservoir during the hypertrophication process. **Brazilian Journal of Biology**. v. 68, p. 1061-1067, 2008.

CRUZ, Patrícia. Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI. In: **CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**, Teresina-pi. Connepi. p. 1 - 6, 2007.

CUNHA, Davi G. F.; CALIJURI, Maria do C.; LAMPARELLI, Marta C. A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSI_{tr}). **Ecological Engineering**. v. 60, p. 126– 134, 2013.

DAI, Ruihua; LIU, Huijuan; QU, Jiuhui; ZHAO, Xu; RU, Jia; HOU, Yining. Relationship of energy charge and toxin content of *Microcystis aeruginosa* in nitrogen-limited or phosphorous-limited cultures. **Toxicon**. v. 51, p. 649–658, 2008.

DANTAS, Ênio W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, Maria do C.; Moura, Ariadne do Nascimento. Dynamics of phytoplankton associations in three reservoirs in northeastern Brazil assessed using Reynolds' theory. **Limnologica**. v. 42, p. 72– 80, 2012.

DA SILVA, L. H. *et al.* (2009). **Algas Planctônicas em Reservatórios de Hidrelétricas Brasileiras** – Atlas, Museu Nacional - Rio de Janeiro, 155 p., 2009.

DELLAMANO-OLIVEIRA, Maria J.; COLOMBO-CORBI, Vanessa; VIEIRA, Armando Augusto Henriques. Carboidratos dissolvidos do reservatório de Barra Bonita (Estado de São Paulo, Brasil) e sua relação com as algas fitoplanctônicas abundantes. **Biota Neotropica**. v.7, n. 2, p. bn007 07 02 2007. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn00707022007>>. Acessado em: 14 de jan. 2013.

DESIKACHARY, T, V. (1959); Cyanophyta, **Indian Council of agricultura research New Delhi**, 241 p.

DODDS, Walter K.; WHILES, Matt R. **Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology**. 2 ed., San Diego: Elsevier, 2010.

DOKULIL, M. T. Algae as ecological bio-indicators. **Bioindicators and biomonitors**. p. 285 – 327, 2003.

DOLMAN, Andrew M.; RÜCKER, Jacqueline; PICK, Frances R.; FASTNER, Jutta; ROHRLACK, Thomas; MISCHKE, Ute; WIEDNER, Claudia. Cyanobacteria and Cyanotoxins: The Influence of Nitrogen versus Phosphorus. **PLoS ONE**, Uppsala, v. 7, June, 2012. www.plosone.org.

DOMINGUES, Carolina D.; TORGAN, Lezilda C. Chlorophyta de um lago artificial hipereutrófico no sul do Brasil. *Iheringia. Série Botânica*. Porto Alegre. v. 67, n. 1, p. 75-91, 2012.

DOMINGUES, Carolina D.; TORGAN, Lezilda C. Chlorophyta de um lago artificial hipereutrófico no sul do Brasil. *Iheringia. Série Botânica*. Porto Alegre. v. 67, n. 1, p. 75-91, 30 de junho de 2012.

EILEEN J. C. **Identification of freshwater diatoms from live material**. 1996

ENRICH-PRAST, Alex; PINHO, Luana. Ciclo do carbono em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 1, p. 03-05, 2008.

FELISBERTO, Sirlene Aparecida; RODRIGUES, Liliana. *Cosmarium* (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) da ficoflórula perifítica do reservatório de Rosana, bacia do rio Paranapanema, Paraná/São Paulo, Brasil. **Hoehnea**. v. 37, n. 2, p. 267-292, 2010.

FELISBERTO, Sirlene Aparecida; RODRIGUES, Liliana. Desmídias epifíticas do reservatório de Rosana, bacia do rio Paranapanema, Paraná/São Paulo, Brasil: *Euastrum* e *Micrasterias* (Desmidiaceae). *Revista brasileira de Biociência*, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 206-213, 2011.

FERNANDES, Luciano F.; WOSIACK, Ana C.; PACHECO, Cláudia V.; DOMINGUES, L.; LAGOS, Patrícia D. Cianobactérias e Cianotoxinas. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Curitiba: Gráfica Capital, 2005.

FERNANDES, Luciano F.; LAGOS, P. D.; WOSIACK, Ana C.; DOMINGUES, L., ALVES, L. Z.; COQUEMALA, V. Comunidades Fitoplanctônicas em ambientes lênticos. In: ANDREOLI, C. V.; Carneiro, C. **Gestão Integradas de Mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Capital Ltda, 2005.

FERNANDES, Luciano F.; LAGOS, Patrícia. **Florações de cianobactérias e eutrofização no reservatório do Iraí, Curitiba, PR.** in: sucessão sazonal do fitoplâncton no IV seminário do projeto interdisciplinar sobre eutrofização de águas de abastecimento público na Bacia do Altíssimo Iguaçu, Curitiba-Pr, 18 e 19 de novembro de 2003.

FERRÃO-FILHO, Aloysio da S.; MOLICA, Renato; AZEVEDO, Sandra M. F. O. Ecologia, Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 225 -228, 2009.

FERREIRA, R. A. R.; CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; BRAVIN, L. F. N.; TRINDADE, M. L. B.; PADILHA, F. S. Monitoramento de Fitoplâncton e Microcistina no Reservatório da UHE Americana. **Planta Daninha**. Viçosa. v. 23, n. 2, p. 203-214, 2005.

ESTEVES, Francisco de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciências, 1998.

GENTIL, Regina C.; TUCCI, Andréa; SANT'ANNA, Célia L. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP. **Hoehnea**. v. 35, n. 2, p. 265-280, 2008.

GOBLER, C.J.; DAVIS, T.W.; COYNE, K.J.; BOYER, G.L. Interactive influences of nutrient loading, zooplankton grazing, and microcystin synthetase expression on cyanobacterial bloom dynamics in a eutrophic. **Harmful Algae**. New York. v. 6, p. 119–133, 2007.

GRABOWSKA, Magdalena. The role of a eutrophic lowland reservoir in shaping the composition of river phytoplankton. **Ecohydrology & Hydrobiology**. v. 12, n. 3, p. 231-242, 2012.

GUO, Qinghai; MA, Keming; YANG, Liu; CAI, Qinghua; HE, Kate. A comparative study of the impact of species composition on a freshwater phytoplankton community using two contrasting biotic indices. **Ecological Indicators**. China, v. 10, p. 296–302, 2010.

HÖTZEL, Gertraud; CROOME, Roger. **A Phytoplankton Methods Manual For Australian Freshwaters**, Canberra: Land and Water Resources Research and Development Corporation (LWRRDC), October 1999.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Monitoramento de Qualidades das águas Reservatórios do Estado Paraná 2005 a 2008**. Ed. Fundamento <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/boletins/RELATORIO_AGUA/relatorio_RESERVATORIOS_2005_2008.pdf> p. 120, 2009.

KALFF, Jacob. **Limnology: Inland Water ecosystems**. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2003.

KUMAR, K. (1967). **Chlorophyta**, Indian Council of agricultura research New Delhi, 365 p.

LAGOS, Patricia E. D. **Fitoplâncton no Reservatório Irai, PR com ênfase em cianobactérias: variação sazonal em relação às variáveis ambientais**. 2009. 104f. Dissertação (Ecologia e Conservação) - Setor de Ciencias Biologicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LI, Jinpeng; DONG, Shikui; LIU, Shiliang; YANG, Zhifeng; PENG, Mingchun; ZHAO, Chen. Effects of cascading hydropower dams on the composition, biomass and biological integrity of phytoplankton assemblages in the middle Lancang-Mekong River. **Ecological Engineering**. v.60, p. 316– 324, 2013.

LIU, Cunqi, LIU, Lusan, SHEN, Huitao. Seasonal variations of phytoplankton community structure in relation to physico-chemical factors in Lake Baiyangdian. **Procedia Environmental Sciences**. China 1622–1631, 2010.

LIU, Liu; LIU, Defu; JOHNSON, David M.; YI, Zhongqiang; HUANG, Yuling. Effects of vertical mixing on phytoplankton blooms in Xiangxi Bay of Three Gorges Reservoir: Implications for management. **Water Research**. v. 46, p. 2121 - 2130, 2012.

LUDWIG, J.A. and REYNOLDS, J.F. (1988). **Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing**. Wiley & Sons - U.S.A., 337 p.

LUND, J. W. G.; KPLING, C.; LECREN, E. D. The inverted microscope method of stimating algal number and statistical bases of stimating by counting. **Hydrobiologia**, v. 11, p. 143 – 170, 1958.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olympio. 1981.

MAGALHÃES, V.F.; MARINHO, M.M.; DOMINGOS, P.; OLIVEIRA, A.C.P.; COSTA, S. M. da; AZEVEDO, L.O.; AZEVEDO, S. M. F. O. Microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) bioaccumulation in fish and crustaceans from Sepetiba Bay (Brasil, RJ). **Toxicon** v. 42, p. 289–295, 2003.

MANAGE, Pathmalal. M.; KAWABATA, Zen'ichiro; NAKANO, Shin-ichi. Seasonal changes in densities of cyanophage infectious to *Microcystis aeruginosa* in a hypereutrophic pond. **Hydrobiologia** v. 411, p. 211–216, 1999.

MENEZES, Viviane C. de; BUENO, Norma C.; BORTOLINI, Jascieli C. Composição florística de Desmidiálias (exceto Cosmarium) em um lago subtropical brasileiro. **Revista brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 465-476, out./dez. 2011.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G.; LUZIA, A. P.; DEGANI, R.M. Occurrence of *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 bloom at the Billings Reservoir, São Paulo State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** v. 70, n. 3, p. 825 - 829, 2010.

MICHARD, Maria; ALEYA, Lotfi; DEVAUX, Jean. Diel change in the biochemical composition of the particulate matter coupled with several parameters in the hypereutrophic Villerest reservoir (Roanne, France). **Hydrobiologia** v. 300/301, p. 85- 91, 1995.

MIELEITNER, Johanna; REICHERT, Peter; Modelling functional groups of phytoplankton in three lakes of different trophic state. **Ecological Modelling** v. 211, p. 279–291, 2008.

MOISANDER, Pia H.; OCHIAI, Mari; LINCOFF, Andrew. Nutrient limitation of *Microcystis aeruginosa* in northern California Klamath River reservoirs. **Harmful Algae** v. 8, p. 889–897, 2009.

MORAES, Luzia A. F. de. A VISÃO INTEGRADA DA ECOHIDROLOGIA PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS. *Oecologia Brasiliensis* v. 13, n. 4, p. 676-687, Dezembro, 2009.

MORESCO, Carina; RODRIGUES, Liliana. Cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, Estado do Paraná, Brasil. Maringá. **Acta Scientiarum Biological Sciences** v. 28, n. 4, p. 335-345, 2006.

MÜLLER, Carla C.; CYBIS, Luiz F.; RAYA-RODRIGUEZ, Maria T. Monitoramento do Fitoplâncton para a Qualidade da Água de Abastecimento Público — Estudo de Caso de Mananciais do Rio Grande do Sul. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2, p. 203 – 211, jun. 2012.

NASCIMENTO, E. L.; GOMES, J. P. O.; CARVALHO, D. P.; ALMEIDA, R.; BASTOS, W. R.; MIYAI, K. R. Mercúrio na Comunidade Planctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Samuel (RO), Amazônia Ocidental **Geochimica brasiliensis**. v. 23, n. 1, p. 101-116, 2009.

NISHIMURA, Paula Yuri, **A comunidade fitoplanctônica nas represas Billings e Guarapiranga (Região Metropolitana)**. 2012. 135 f. Tese (Ciências: Ecologia de Ecossistemas Terrestres) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

NOGUEIRA, I. de S.; NABOUT, J.C.; OLIVEIRA, J.E.; SILVA, K. D. Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO. **Hoenea**. Goiânia, v. 35, n. 2, p. 219-233, 2008.

ODUM, Eugene. **Fundamentos de Ecologia**. 7 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

OLIVEIRA, Laira L. D. de.; LEITE, Maurício A.; MACHADO, Luiz F. **Análise da composição, diversidade e riqueza da comunidade zooplanctônica no reservatório de Ilha Solteira-SP**. In: IV Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2008, Tupã-SP. IV Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 4, p. 2007-2022, 2008.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) - Relatório Anual da ONS 2004. <Disponível em: <http://www.ons.org.br/download/biblioteca_virtual/relatorios_anuais/relatorio_admin_demonst_fin_2004.pdf> Acesso em 14 de março

OTSUKA, Shigeto S. S.; LI, Renhui; WATANABE, Masayuki; OYAIZU, Hiroshi; MATSUMOTO, Satoshi; WATANABE, Makoto M. Phylogenetic relationships between toxic and non-toxic strains of the genus *Microcystis* based on 16S to 23S internal transcribed spacer sequence. **FEMS Microbiology Letters**. v. 172, p. 15-21, 1999.

PAGIORO, Thomaz A.; VELHO, Luiz Felipe Machado; LANSAC-TÔHA, Fábio Amodêo; PEREIRA; DOELDNER, Danielle; NAKAMURA, André K. da S. Zonação Longitudinal das Variáveis Limnológicas Abióticas em Reservatórios. In **Biocenoses em reservatórios: Padrões Espaciais e Temporais**. Sao Carlos Rima 2005.

PEREIRA Bruna G. **Comunidade Fitoplanctônica da Lagoa Mãe-Bá e Barragem Norte (Es): Variação Espacial, Temporal e Grupos Funcionais**. 2012. 94 f. Dissertação (mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes. 2012.

PERBICHE-NEVES, Gilmar; FERREIRA, Rosa A. R.; NOGUEIRA, Marcos G. Phytoplankton structure in two contrasting cascade reservoirs (Paranapanema River, Southeast Brazil). **Biologia**. v. 66, n. 6, p. 967-976, 2011.

PINTO-COELHO, R.M.; COELHO, M.M; ESPÍRITO-SANTO, M.M. e CORNELISSEN, T.G. Efeitos da eutrofização na estrutura da comunidade planctônica no lago da Pampulha, Belo Horizonte – MG. In: Henry, R. (ed.). **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. Botucatu: Fapesp/Fundibio, p. 553-572, 1999.

PINTO-COELHO, Ricardo M.; BRIGHENTI, Ludmila S.; BEZERRA-NETO, Jose F.; MORAIS JR., Cid Antônio; GONZAGA, Alan Vieira. Effects of sampling effort on the estimation of spatial gradients in a tropical reservoir impacted by an oil refinery. **Limnologica**. v. 40, p. 126–133, 2010.

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V.; COSTA NETO, J. P.; CAVALCANTE, P. R. S., IBAÑEZ. M. R. S., FERREIRA-CORREIA, M. M.; BARBIERI, R. Heterogeneidade espacial do fitoplâncton do reservatório de Boa Esperança (MARANHÃO – PIAUÍ, BRASIL). **Acta Limnologica Brasiliensia**. V. 10, n. 2, p. 101-113, 1998.

PSENNER R, Schmidt R.; Climate-driven pH control of remote Alpine lakes and effects of acid deposition. **Nature**. p. 356 - 781–3, 1992.

RAUPP, Stela Valenti; TORGAN, Lezilda C.; Baptista, Luís R. de M. Composição e variação temporal de diatomáceas (Bacillariophyta) no plâncton da represa de Canastra, sul do Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 61, n. 1-2, p. 105-134, 2006.

REBOUÇAS Aldo da C.; BRAGA, Benedito; Tundisi, José G.. **Águas Doces no Brasil**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

REICHWALDT, Elke S.; GHADOUANI, Anas. Effects of rainfall patterns on toxic cyanobacterial blooms in a changing climate: Between simplistic scenarios and complex dynamics. **Water Research**. v. 46, p. 1372 - 1393, 2012.

REYNOLDS, Colin. S.; **Ecology of freshwater phytoplankton**. New York: Cambridge University Press, 1984.

REYNOLDS, Colin S.; HUSZAR, Vera; KRUK, Carla; NASELLI-FLORES, Luigi; MELO, Sergio. Review - Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**. Rio De Janeiro, v. 24, n. 5, p. 417-428, 2002.

RIGOSI, Anna; RUEDA, Francisco J. Hydraulic control of short-term successional changes in the phytoplankton assemblage in stratified reservoirs. **Ecological Engineering**. v. 44, p. 216– 226, 2012.

ROLLAND ,Anne; BERTRAND, Frédéric; MAUMY, Myriam; JACQUET, Stéphan. Assessing phytoplankton structure and spatio-temporal dynamics in a freshwater ecosystem using a powerful multiway statistical analysis. **Water Research**. Thonon-les-Bains – France, v. 43, p. 3155 – 3168, 2009.

SABATER, S., A. ELOSEGI, V. ACUNA, A. BASAGUREN, I. MUNOZ & J. POZO. Effect of climate on the trophic structure of temperate forested streams. A comparison of Mediterranean and Atlantic streams. **Stoten**, 390: 475-484, 2008.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Curitiba. Paraná, **Bacias Hidrográficas do Paraná. Série Histórica**.2ª ed. Governo do Estado do Paraná 2013.

SEMA – Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Hitórica**. Curitiba, 2010.

SANT'ANNA, Célia L.; AZEVEDO, Maria T. de P.; SENNA, Pedro Américo C.; KOMÁREK, Jirí; KOMÁRKOVÁ, Jaroslava. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales **Revista Brasileira de Botânica**. v. 27, n. 2, p. 213-227, 2004.

SANT'ANNA, C et al. Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. **Interciências** Rio de Janeiro, 58 p, 2006.

SANT'ANNA, Célia L. *et al.* **Atlas de Cianobactérias e Microalgas de Águas Continentais Brasileiras**. Publicação eletrônica Instituto de botânica, Núcleo de Pesquisas em Ficologia – São Paulo – SP, p. 175, 2012.

SHANNON C. E.; WEAVER W. **The Mathematical Theory of Communication.** USA - University of Illinois Press: Urbana, 1949.

SHEER, E. B.; B. F. SHEER.. Preservation and storage of samples for enumeration of heterotrophic protists. In: **Current Methods in Aquatic Microbial Ecology.** P. Kemp, B. Sherr, E. Sherr, and J. Cole, New York: Lewis Publ. p. 207-212, 1993.

SILVA, L. H. S. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia.** v. 59, n. 2, p. 281-303, 1999.

SILVA, Claudinéia A. Da; TRAIN, Sueli; RODRIGUES, Luzia C. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum Maringá.** v. 23, n. 2, p. 283-290, 2001.

SILVA, Fabio M., LERMEN, Vanessa K., NERY, Jonas T. Variabilidade interanual da precipitação na bacia do rio Iguaçu. Maringá. Paraná. Brasil. **Acta Scientiarum Maringá,** v. 23, n. 6, p. 1439-1444, 2001.

SILVA, L.H.S. **Fitoplâncton de um pequeno reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP):dinâmica temporal e respostas à ação do zooplâncton e peixes.** 2004.217 f.Tese Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, Claudinéia A. da; TRAIN, Sueli; RODRIGUES, Luzia C. Phytoplankton assemblages in Brazilian subtropical cascading reservoir system, Maringá, **Hydrobiologia.** v. 537, p. 99 – 109, 2005.

SOARES, Maria. C. S.; MARINHO, Marcelo. M.; HUSZAR, Vera. L. M.; BRANCO, Cristina, W.C.; AZEVEDO, Sandra M. F. O. The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brazil. **Lakes & Reservoirs: Research and Management.** V. 13, p. 257 – 269, 2008.

SOARES, Maria C. S.; Marinho, Marcelo M.; AZEVEDO, Sandra M. O. F.; BRANCO, Christina W.C.; HUSZARA, Vera L.M. Eutrophication and retention time affecting spatial heterogeneity in a tropical Reservoir. **Limnologica,** Rio de Janeiro, v. 42, p. 197 - 203, 2012.

SPERLING, Eduardo Von; Hydropower in Brazil: overview of positive and negative environmental aspects. **Energy Procedia**. Minas Gerais, v. 18, p. 110 – 118, 2012.

SUHETT, Abert L.; AMADO André M.; BOZELLI, Reinaldo L.; ESTEVES, Francisco de A.; FRAJALLA, Vinícius F. O Papel da foto-degradação do carbono orgânico dissolvido (COD) nos ecossistemas aquáticos. **Oecol. Bras.** v. 10, n. 2, p. 186 – 204, 2006.

THOMAZ, Sidinei M.; BINI, Luis M.; ALBERTI, SANDRA M. Limnologia do Reservatório de Segredo: padrões de variação espacial e temporal. In: **Reservatório de Segredo: Bases Ecológicas para manejo**. Maringá, 1997.

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

TRAIN, Sueli; JATI, Susicley; RODRIGUES, Luzia C.; PIVATO, Bianca Matias. Distribuição espacial e temporal do fitoplâncton em três reservatórios da Bacia do Rio Paraná. In **Biocenoses em reservatórios: Padrões Espaciais e Temporais**. Sao Carlos Rima 2005.

TUCCI, Andréa; SANT'ANNA Célia L.; GENTIL, Regina C.; AZEVEDO, Maria T. de P.; Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico, **Hoehnea**. São Paulo, v.33 n. 2, p.147-175, 2006.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VANNOTE, Robin L., MINSHALL, G. Wayne, CUMMINS, Kenneth W., SEDELL, James R., CUSHING, Colbert E. The river continuum concept Canada. **Perspectives**. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. v. 37, 1980.

VOLENWEIDER, R. A. **Scientific Fundamentals of the Eutrophication of lakes and Flowing waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as factors in Eutrophication**. Paris: Organization for Economic cooperation and Development, 1968.

WANG, Lan; CAI, Qinghua; TAN, Lu; KONG, Linghui. Phytoplankton development and ecological status during a cyanobacterial bloom in a tributary bay of the Three Gorges Reservoir, China. **Science of the Total Environment**. v. 409, p. 3820 – 3828, 2011.

WARD, J. V., STANFORD, J. A. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation Regulated Rivers: **Research & Management**, v. 2, p. 105-119, 1995.

WEHR, John D.; SHEATH, Robert G. **Freshwater Algae of North America, Ecology and classification**. USA: Elsevier Science, 2003.

WETZEL, R. G. **Limnology**. 2^o ed. United State of America – Philadelphia: Saunders College Publishing. 1983.

WETZEL, Robert G. **Limnology: Lakes and Rivers ecosystems**. 3 ed. California: Elsevier Academic Press, 2001.

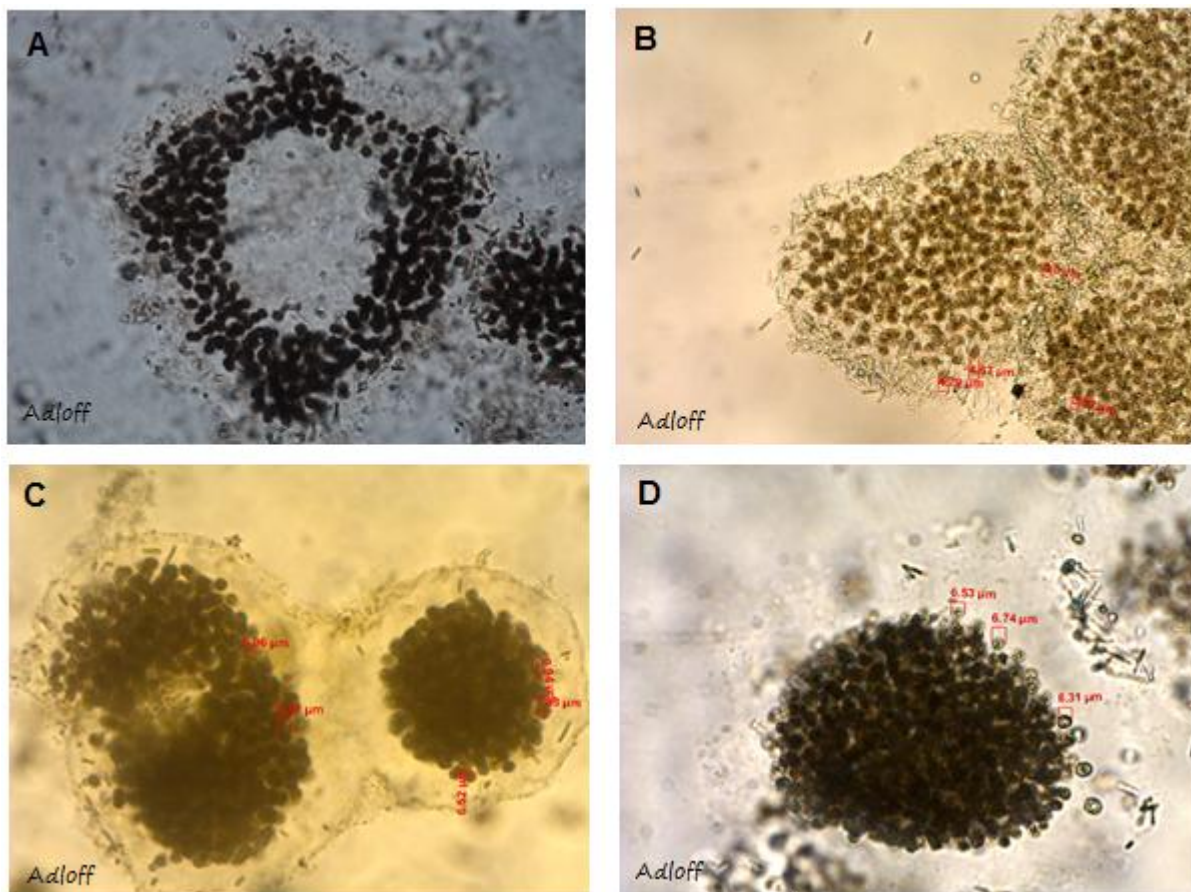
WHO. Guidelines for safe recreational water environments - **Coastal and fresh waters**. v. 1, Geneva: World Health Organization, 2003.

ZHAO, Jingyang; RAMIN, Maryam; CHENG, Vincent; ARHONDITSIS, George B. Competition patterns among phytoplankton functional groups: How useful are the complex mathematical models? **Acta Oecologica**. Porto Alegre, v. 33, p. 324 – 344, 2008.

ZNACHOR, Petr; NEDOMA, Jirí. Importance of dissolved organic carbon for phytoplankton nutrition in a eutrophic reservoir. **Journal of Plankton Research**. v. 32, n. 3, p. 367 – 376, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Fotos das principais espécies de cianobactérias encontradas nos reservatórios estudados:



Fotos: colônias de *Microcystis aeruginosa* em diferentes aspectos envolvidas por *Pseudanabaena mucicola*.

Continuação:

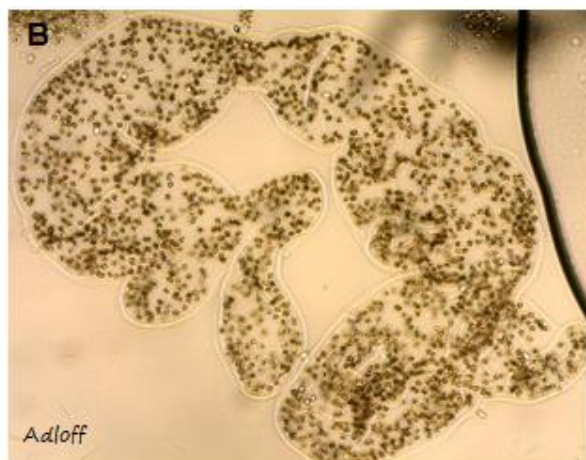
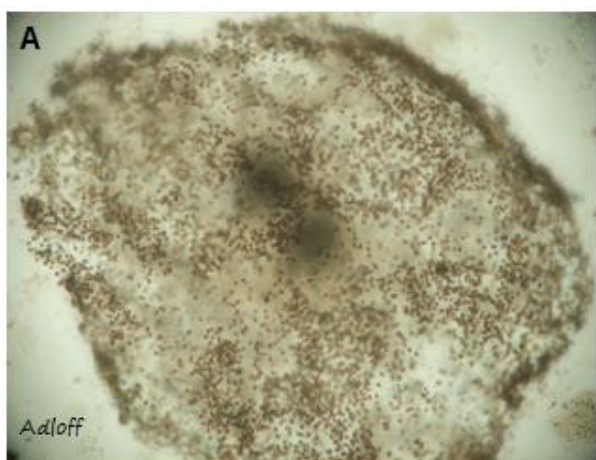


Foto: *Sphaerocavum brasiliense*, *Microcystis wesenbergii*, *Dolichospermum crassum* e *Dolichospermum planctonicum*.

<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju	X	X		X				X			X
<i>Dolichospermum circinalis</i> (Rabenhorst) Walcklin Hoffmann & Komárek	X			X			X		X	X	X
<i>Dolichospermum crassum</i> (Lemmermann) Walcklin, Hoffmann & Komárek	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dolichospermum mendotae</i> (Trelease) Wacklin, Hoffmann & Komárek		X									
<i>Dolichospermum mucosum</i> (Komárková-Legnerová, & Eloranta) Wacklin, Hoffmann & Komárek		X									
<i>Dolichospermum planctonicum</i> (Brunthaler) Walcklin, Hoffmann & Komárek		X		X	X		X	X			
<i>Dolichospermum solitarium</i> (Klebahn) Walcklin, Hoffmann & Komárek	X	X		X	X		X	X		X	X
<i>Dolichospermum spiroides</i> (Klebahn) Walcklin, Hoffmann & Komárek	X	X	X	X	X		X	X		X	X
<i>Epigloeosphaera brasilica</i> M.T.P.Azevedo et al.			X								X
<i>Eucapsis densa</i> Azevedo et al.	X	X	X	X	X		X	X		X	X
<i>Geitlerinema</i> sp. (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis			X							X	X
<i>Gloeocapsa punctata</i> Nägeli		X									
<i>Gloeocapsa rupestris</i> Kützing						X		X			X
<i>Gloeocapsa</i> sp. Kützing	X				X		X	X			
<i>Gloeothece palea</i> (Kützing) Nägeli					X						
<i>Gloeothece</i> sp. Nägeli								X			X
<i>Gomphosphaeria</i> sp. Kützing		X									
<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomlová			X								
<i>Limnothrix</i> Meffert	X	X	X					X			X
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	X										
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen		X									X
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	X	X		X	X		X	X		X	X
<i>Microcrocis pulchella</i> Engler & Prantl	X	X	X	X	X	X		X	X		X
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Lemmermann	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Microcystis panniformis</i> Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna, M.T.P.Azevedo, & P.A.C.Senna	X	X		X	X		X	X	X	X	X
<i>Microcystis protocystis</i> Crow	X	X		X	X		X	X	X		X
<i>Microcystis robusta</i> (Clark) Nygaard	X	X		X				X			

<i>Microcystis wesenbergii</i> Komárek	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
<i>Myxobaktron</i> sp. Schmidle		X										
<i>n.i1</i>						X		X				
<i>n.i.2</i>												X
<i>Nostoc muscorum</i> Kützing		X										
<i>Nostoc</i> sp. Kützing		X										
<i>Oscillatoria</i> sp. Vaucher ex Gomont		X								X		
<i>Oscillatoria subbrevis</i> Schmidle		X										
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg			X		X			X				X
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Komárek & Anagnostidis		X			X			X				
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek & Komárková	X	X			X			X				X
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher					X	X		X				X
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Radiocystis</i> sp. Skuja		X			X							
<i>Raphidiopsis brookii</i> Hill		X						X				
<i>Raphidiopsis</i> sp. F.E.Fritsch & F.Rich			X		X							X
<i>Raphidonema</i> sp. Lagerheim												X
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák		X		X	X			X				X
<i>Sphaerocavum brasiliense</i> Azevedo & Sant'Anna	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Synechococcus nidulans</i> (Pringsheim) Komárek								X		X	X	
<i>Synechocystis</i> sp. Sauvageau				X			X	X				
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau					X			X				X
<i>Woronichinia fremyi</i> (Komárek) Komárek & Hindák		X										
<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenkin					X			X			X	X
Subtotal	22	50	20	24	39	7	20	43	14	21	38	18

Chlorophyceae

<i>Actinastrum aciculare</i> var. <i>aciculare</i> f. <i>minimum</i> (Huber-Pestalozzi) Compère	X											
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim var. <i>subtile</i> Woloszynska	X	X			X			X	X			
<i>Ankistrodesmus acicularis</i> (Braun) Korshikov		X										
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek								X				X
<i>Ankistrodesmus convolutus</i> Corda	X	X	X		X	X	X	X				X

<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	X					X				X
<i>Ankistrodesmus</i> spp.Corda						X				
<i>Botryococcus terribilis</i> Komárek & Marvan									X	
<i>Botryococcus</i> sp.Kützing		X						X	X	
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck [Beijerinck]	X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Chlorochytrium dinobryonis</i> J. W. G. Lund										X
<i>Chlorococcum humicola</i> (Nägeli) Rabenhorst	X	X		X	X	X		X		X
<i>Closteriopsis</i> sp. Lemmermann								X		
<i>Coelastrum indicum</i> Turner		X		X		X	X	X	X	X
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli		X								
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn var.reticulatum	X		X				X			X
<i>Coelastrum</i> sp. Nägeli				X		X	X	X	X	X
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren		X								
<i>Crucigenia</i> sp. Morren		X		X	X		X			X
<i>Dermocarpa parva</i> (Conrad) Geitler									X	
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>armatus</i> (Chodat) Hegewald	X	X	X	X		X			X	X
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) Hegewald				X						
<i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) Hegewald		X								
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) Hegewald		X								
<i>Desmodesmus</i> sp. (R.Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald		X								
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli		X		X			X			
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i> Hindák		X		X	X					
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz		X								
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A.Braun		X								
<i>Dimorphococcus</i> sp. Braun		X		X			X			
<i>Diplochlorella hortobagyi</i> B.Fott		X								
<i>Echinosphaerella</i> spp.G.M.Smith				X						
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille		X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Golenkiniopsis longispina</i> (Korshikov) Korshiko		X								
<i>Grejochlorella jolyi</i>		X								
<i>Keratococcus bicaudatus</i> (A.Braun ex Rabenhorst) J.B.Petersen		X								
<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elongata</i> (G.M. Smith) Komárek		X	X							

<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbius								X			X
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) West & G.S.West									X		
<i>Kirchneriella roselata</i> Hindák		X			X			X		X	
<i>Kirchneriella</i> sp. Schmidle	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Klebsormidium flaccidum</i> (Kützing) P.C.Silva, K.R.Mattox & W.H.Blackwell							X				
<i>Koliella longiseta</i> f. <i>tenuis</i> Nygaard		X	X	X	X	X		X		X	X
<i>Korshikoviella limnetica</i> (Lemmermann) P.C.Silva	X	X									
<i>Micractinium bornhemiense</i> (Conrad) Korshikov		X			X			X			
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	X	X									
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	X	X									
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová								X			
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Komarková-Legnerová	X	X	X	X							
<i>Monoraphidium longiusculum</i> Hindak	X	X	X	X	X			X			
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	X	X			X	X	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium tortile</i> (West & G.S.West) Komárková-Legnerová		X									
<i>n.i.1</i>		X			X						
<i>Neochloris pseudoestigmatica</i> Starr								X			
<i>Oocystis lacustris</i> R. Chodat		X			X			X	X		
<i>Oocystis marssoni</i> Lemmermann		X									
<i>Oocystis</i> spp. Nägeli ex A. Braun					X			X			
<i>Palmella miniata</i> Leiblein								X			
<i>Pediastrum clathratum</i> (Schröder) Lemmermann		X									
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	X	X			X		X	X		X	
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen					X		X			X	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat				X				X			
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann	X										
<i>Scenedesmus bijugatus</i> Lemmermann	X										
<i>Scenedesmus brasiliensis</i> Bohlin					X			X			
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat					X			X			
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chodat					X			X			
<i>Scenedesmus linearis</i> Komárek	X	X		X	X	X		X	X		

<i>Scenedesmus parvus</i> (G.M.Smith) Bourrelly	X											
<i>Scenedesmus pectinatus</i> Meyen	X				X			X				
<i>Scenedesmus</i> sp. Meyen	X	X	X				X					
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	X											
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing	X											
<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch	X	X		X	X		X	X		X		
<i>Selesnastrum westii</i> Reinsch	X	X			X			X				
<i>Schroederia indica</i> Philipose	X	X		X	X		X	X		X	X	
<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	X	X										
<i>Sphaerocystis</i> sp. R. Chodat		X										
<i>Tetrachlorella alternans</i> (G.M.Smith) Korshikov								X	X			
<i>Tetrahedron pusillum</i>		X					X					
<i>Tetraedron regulare</i> var. <i>granulata</i>		X										
<i>Tetrallanto lagerheimii</i> Teling												X
<i>Tetrastrum</i> sp. Chodat					X			X				
<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	X							X				
<i>Trebouxia cladoniae</i> (Chodat) G.M.Smith	X	X		X	X	X	X	X		X	X	
Subtotal	31	50	13	16	32	15	16	40	8	15	16	7

Bacillariophyceae

<i>Amphora</i> sp. Ehrenberg ex Kützing		X										
<i>Aulacoseira ambigua</i> var. <i>ambigua</i> f. <i>spiralis</i> Simonsen	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F.Müller) Simonsen	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Centronella reicheltii</i> Voigt				X								
<i>Coscinodiscus lacustris</i> Grunow				X							X	
<i>Crateria plana</i>								X				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			X	X		X		X				X
<i>Cyclotella</i> sp. (Kützing) Brébisson	X	X	X	X	X		X	X		X		
<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow in Van Heurck		X	X		X			X				X
<i>Diadlesmis confervacea</i> Kützing	X											
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve		X										
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee			X									
<i>Fragillaria crotonensis</i> Kitton				X		X	X	X	X	X		

Subtotal	4	3	1	1	3	1	3	3	0	2	3	0
Dinophyceae												
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Gymnodinium</i> sp. Stein	X	X			X		X	X			X	
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg		X	X	X		X	X	X	X	X		X
Subtotal	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	1	2
Conjugatophyceae												
<i>Actinotaenium wollei</i> (West & G.S.West) Teiling	X											
<i>Closteriopsis</i> sp. Lemmermann						X						
<i>Closterium acutum</i> Brébisson		X			X							
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i> (Lemmermann) Willi Kreiger					X		X	X			X	
<i>Closterium minutum</i> Y.V.Roll							X					
<i>Closterium navicula</i> (Brébisson) Lütkenmüller			X	X		X						
<i>Closterium parvulum</i> Nägeli	X											
<i>Staurastrum brachiatum</i> Ralfs ex Ralfs					X			X		X		
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>borgei</i> Förster								X				
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>insigne</i> West & G.S.West								X				
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>leptocladum</i> Nordstedt		X		X	X		X	X				X
<i>Staurastrum planctonicum</i> Teiling	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
<i>Staurastrum quadricauda</i> Meyen ex Ralfs	X	X		X	X		X					
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt								X				
Subtotal	4	4	1	4	7	1	5	7	1	2	3	0
Euglenophyceae												
<i>Entosiphon sulcatum</i> Stein												X
euglenoficea n.i.	X											
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein	X											
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	X	X	X	X								
Subtotal	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Chlamydoephyceae												
<i>Eudorina</i> sp. Ehrenberg		X										
<i>Gonium</i> spp. O.F.Müller		X			X							
<i>Volvox aureus</i> Ehrenberg	X		X	X		X	X	X		X	X	
Subtotal	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0

Xanthophyceae*Akanthochloris scherffellii* Pascher

X X

Subtotal

1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0

Total

82 129 52 68 99 40 65 117 31 55 73 34

APÊNDICE C - Matriz de correlação de Pearson das variáveis bióticas e abióticas analisadas em novembro de 2012 no reservatório de Foz do Areia. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Conduct.	Turb.	Eh	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻
Temp. H2O	1,0000 p= ---	-,8703 p=,000	-,4847 p=,003	-,1665 p=,332	,5109 p=,001	,4568 p=,005	,0064 p=,970	-,1281 p=,457	-,6289 p=,000	,0991 p=,565	,5014 p=,002	,7376 p=,000
pH	-,8703 p=,000	1,0000 p= ---	,5358 p=,001	,2673 p=,115	-,6511 p=,000	-,4884 p=,003	,2070 p=,226	,0594 p=,731	,6704 p=,000	-,0573 p=,740	-,5864 p=,000	-,8433 p=,000
OD	-,4847 p=,003	,5358 p=,001	1,0000 p= ---	,3135 p=,063	-,2856 p=,091	,0527 p=,760	-,3161 p=,060	,0181 p=,917	,5757 p=,000	-,0861 p=,618	-,5746 p=,000	-,6443 p=,000
Conduct.	-,1665 p=,332	,2673 p=,115	,3135 p=,063	1,0000 p= ---	-,1848 p=,281	,0479 p=,782	-,5090 p=,002	,2687 p=,113	,0532 p=,758	,5086 p=,002	-,1474 p=,391	-,0245 p=,887
Turb.	,5109 p=,001	-,6511 p=,000	-,2856 p=,091	-,1848 p=,281	1,0000 p= ---	,2324 p=,173	-,3276 p=,051	,2552 p=,133	-,5167 p=,001	,3046 p=,071	,7383 p=,000	,7362 p=,000
Eh	,4568 p=,005	-,4884 p=,003	,0527 p=,760	,0479 p=,782	,2324 p=,173	1,0000 p= ---	-,3926 p=,018	,0929 p=,590	-,2494 p=,142	-,3271 p=,052	-,2139 p=,210	,1847 p=,281
Alcal	,0064 p=,970	,2070 p=,226	-,3161 p=,060	-,5090 p=,002	-,3276 p=,051	-,3926 p=,018	1,0000 p= ---	-,3992 p=,016	,1737 p=,311	-,4263 p=,010	-,0347 p=,841	-,3297 p=,050
Cloro-a	-,1281 p=,457	,0594 p=,731	,0181 p=,917	,2687 p=,113	,2552 p=,133	,0929 p=,590	-,3992 p=,016	1,0000 p= ---	,2410 p=,157	,1550 p=,367	,1134 p=,510	,1169 p=,497
COD	-,6289 p=,000	,6704 p=,000	,5757 p=,000	,0532 p=,758	-,5167 p=,001	-,2494 p=,142	,1737 p=,311	,2410 p=,157	1,0000 p= ---	-,3027 p=,073	-,4699 p=,004	-,7386 p=,000
P-total	,0991 p=,565	-,0573 p=,740	-,0861 p=,618	,5086 p=,002	,3046 p=,071	-,3271 p=,052	-,4263 p=,010	,1550 p=,367	-,3027 p=,073	1,0000 p= ---	,3678 p=,027	,5127 p=,001
P-PO ₄ ³⁻	,5014 p=,002	-,5864 p=,000	-,5746 p=,000	-,1474 p=,391	,7383 p=,000	-,2139 p=,210	-,0347 p=,841	,1134 p=,510	-,4699 p=,004	,3678 p=,027	1,0000 p= ---	,7888 p=,000
N-NO ₂ ⁻	,7376 p=,000	-,8433 p=,000	-,6443 p=,000	-,0245 p=,887	,7362 p=,000	,1847 p=,281	-,3297 p=,050	,1169 p=,497	-,7386 p=,000	,5127 p=,001	,7888 p=,000	1,0000 p= ---
N-NH ₃	,3731 p=,025	-,5298 p=,001	-,4228 p=,010	,1195 p=,488	,4198 p=,011	,0106 p=,951	-,5067 p=,002	-,0779 p=,652	-,7006 p=,000	,5148 p=,001	,6081 p=,000	,7637 p=,000
N-NO ₃ ⁻	,4553 p=,005	-,7350 p=,000	-,4767 p=,003	-,1066 p=,536	,5720 p=,000	,4205 p=,011	-,4555 p=,005	,1731 p=,313	-,5617 p=,000	,2866 p=,090	,4165 p=,012	,7771 p=,000
Norg	,1661 p=,333	-,4532 p=,006	-,1518 p=,377	-,5009 p=,002	,5885 p=,000	,0806 p=,640	-,0891 p=,606	,0335 p=,846	,0202 p=,907	-,1903 p=,266	,4736 p=,004	,3074 p=,068
N-total	,4044 p=,014	-,5703 p=,000	-,4774 p=,003	-,3965 p=,017	,7809 p=,000	,0341 p=,844	-,1695 p=,323	,0739 p=,669	-,5209 p=,001	,1181 p=,493	,7442 p=,000	,6479 p=,000
<i>M. aerug.</i>	-,6583 p=,000	,7063 p=,000	,3929 p=,018	,4981 p=,002	-,3255 p=,053	-,0619 p=,720	-,3665 p=,028	,4461 p=,006	,3817 p=,022	,1832 p=,285	-,4208 p=,011	-,4223 p=,010
<i>S. brasil.</i>	-,3035 p=,072	,2969 p=,079	,2925 p=,083	-,2656 p=,117	-,6779 p=,000	,0951 p=,581	,1639 p=,339	-,4726 p=,004	,3663 p=,028	-,5379 p=,001	-,6662 p=,000	-,5831 p=,000
<i>P. mucic.</i>	-,6434 p=,000	,6071 p=,000	,4645 p=,004	,3047 p=,071	-,4422 p=,007	,0759 p=,660	-,3587 p=,032	,3529 p=,035	,4792 p=,003	,0501 p=,772	-,7315 p=,000	-,5168 p=,001
<i>D. spir.</i>	-,0034 p=,984	-,0292 p=,866	-,3158 p=,061	,3636 p=,029	-,0042 p=,981	-,0450 p=,794	-,4386 p=,007	,1499 p=,383	-,4502 p=,006	,4636 p=,004	,2095 p=,220	,3810 p=,022
<i>R. min.</i>	-,4896 p=,002	,3089 p=,067	,0796 p=,644	-,2412 p=,157	-,2354 p=,167	,2186 p=,200	-,0513 p=,766	,3994 p=,016	,4241 p=,010	-,3894 p=,019	-,5495 p=,001	-,4049 p=,014
<i>Kirchn.</i>	-,5417 p=,001	,6384 p=,000	,1701 p=,321	,1607 p=,349	-,4974 p=,002	,0236 p=,891	,3446 p=,040	-,1521 p=,376	,1941 p=,257	-,3689 p=,027	-,6260 p=,000	-,6802 p=,000
<i>S. ind.</i>	,2111 p=,217	-,4608 p=,005	-,4736 p=,004	,2224 p=,192	,3273 p=,051	-,0119 p=,945	-,3122 p=,064	,0513 p=,766	-,6116 p=,000	,3817 p=,022	,5038 p=,002	,6331 p=,000
Fito-total	-,7601 p=,000	,8119 p=,000	,4901 p=,002	,3080 p=,068	-,5083 p=,002	-,0974 p=,572	-,1648 p=,337	,2559 p=,132	,5816 p=,000	-,0460 p=,790	-,6516 p=,000	-,6742 p=,000

Continuação:

	N-NH ₃	N-NO ₃ ⁻	Norg	N-total	<i>M. aerug.</i>	<i>S. brasil.</i>	<i>P. mucic.</i>	<i>D. spir.</i>	<i>R. min.</i>	<i>kirchn.</i>	<i>S. ind.</i>	Fito-total
Temp. H ₂ O	,3731 p=,025	,4553 p=,005	,1661 p=,333	,4044 p=,014	-,6583 p=,000	-,3035 p=,072	-,6434 p=,000	-,0034 p=,984	-,4896 p=,002	-,5417 p=,001	,2111 p=,217	-,7601 p=,000
pH	-,5298 p=,001	-,7350 p=,000	-,4532 p=,006	-,5703 p=,000	,7063 p=,000	,2969 p=,079	,6071 p=,000	-,0292 p=,866	,3089 p=,067	,6384 p=,000	-,4608 p=,005	,8119 p=,000
OD	-,4228 p=,010	-,4767 p=,003	-,1518 p=,377	-,4774 p=,003	,3929 p=,018	,2925 p=,083	,4645 p=,004	-,3158 p=,061	,0796 p=,644	,1701 p=,321	-,4736 p=,004	,4901 p=,002
Conduct.	,1195 p=,488	-,1066 p=,536	-,5009 p=,002	-,3965 p=,017	,4981 p=,002	-,2656 p=,117	,3047 p=,071	,3636 p=,029	-,2412 p=,157	,1607 p=,349	,2224 p=,192	,3080 p=,068
Turb.	,4198 p=,011	,5720 p=,000	,5885 p=,000	,7809 p=,000	-,3255 p=,053	-,6779 p=,000	-,4422 p=,007	-,0042 p=,981	-,2354 p=,167	-,4974 p=,002	,3273 p=,051	-,5083 p=,002
Eh	,0106 p=,951	,4205 p=,011	,0806 p=,640	,0341 p=,844	-,0619 p=,720	,0951 p=,581	,0759 p=,660	-,0450 p=,794	,2186 p=,200	,0236 p=,891	-,0119 p=,945	-,0974 p=,572
Alcal.	-,5067 p=,002	-,4555 p=,005	-,0891 p=,606	-,1695 p=,323	-,3665 p=,028	,1639 p=,339	-,3587 p=,032	-,4386 p=,007	-,0513 p=,766	,3446 p=,040	-,3122 p=,064	-,1648 p=,337
Cloro-a	-,0779 p=,652	,1731 p=,313	,0335 p=,846	,0739 p=,669	,4461 p=,006	-,4726 p=,004	,3529 p=,035	,1499 p=,383	,3994 p=,016	-,1521 p=,376	,0513 p=,766	,2559 p=,132
COD	-,7006 p=,000	-,5617 p=,000	,0202 p=,907	-,5209 p=,001	,3817 p=,022	,3663 p=,028	,4792 p=,003	-,4502 p=,006	,4241 p=,010	,1941 p=,257	-,6116 p=,000	,5816 p=,000
P-total	,5148 p=,001	,2866 p=,090	-,1903 p=,266	,1181 p=,493	,1832 p=,285	-,5379 p=,001	,0501 p=,772	,4636 p=,004	-,3894 p=,019	-,3689 p=,027	,3817 p=,022	-,0460 p=,790
P-PO ₄ ³⁻	,6081 p=,000	,4165 p=,012	,4736 p=,004	,7442 p=,000	-,4208 p=,011	-,6662 p=,000	-,7315 p=,000	,2095 p=,220	-,5495 p=,001	-,6260 p=,000	,5038 p=,002	-,6516 p=,000
N-NO ₂ ⁻	,7637 p=,000	,7771 p=,000	,3074 p=,068	,6479 p=,000	-,4223 p=,010	-,5831 p=,000	-,5168 p=,001	,3810 p=,022	-,4049 p=,014	-,6802 p=,000	,6331 p=,000	-,6742 p=,000
N-NH ₃	1,0000 p= ---	,5830 p=,000	,1115 p=,517	,5684 p=,000	-,0816 p=,636	-,2562 p=,131	-,3105 p=,065	,7613 p=,000	-,4350 p=,008	-,5461 p=,001	,6615 p=,000	-,3588 p=,032
N-NO ₃ ⁻	,5830 p=,000	1,0000 p= ---	,2574 p=,130	,3575 p=,032	-,2542 p=,135	-,3892 p=,019	-,1979 p=,247	,3261 p=,052	,0462 p=,789	-,4695 p=,004	,6996 p=,000	-,4947 p=,002
Norg	,1115 p=,517	,2574 p=,130	1,0000 p= ---	,7079 p=,000	-,4400 p=,007	-,0077 p=,965	-,2680 p=,114	-,3897 p=,019	,1159 p=,501	-,4467 p=,006	-,0586 p=,734	-,2786 p=,100
N-total	,5684 p=,000	,3575 p=,032	,7079 p=,000	1,0000 p= ---	-,3051 p=,070	-,2849 p=,092	-,4059 p=,014	,1713 p=,318	-,1522 p=,376	-,4673 p=,004	,1799 p=,294	-,3542 p=,034
<i>M. aerug.</i>	-,0816 p=,636	-,2542 p=,135	-,4400 p=,007	-,3051 p=,070	1,0000 p= ---	,0845 p=,624	,7751 p=,000	,4764 p=,003	,4248 p=,010	,4200 p=,011	-,2053 p=,230	,8781 p=,000
<i>S. brasil.</i>	-,2562 p=,131	-,3892 p=,019	-,0077 p=,965	-,2849 p=,092	,0845 p=,624	1,0000 p= ---	,4081 p=,013	-,1484 p=,388	,3862 p=,020	,2604 p=,125	-,5437 p=,001	,4325 p=,008
<i>P. mucic.</i>	-,3105 p=,065	-,1979 p=,247	-,2680 p=,114	-,4059 p=,014	,7751 p=,000	,4081 p=,013	1,0000 p= ---	,1319 p=,443	,7384 p=,000	,3932 p=,018	-,3974 p=,016	,8940 p=,000
<i>D. spir.</i>	,7613 p=,000	,3261 p=,052	-,3897 p=,019	,1713 p=,318	,4764 p=,003	-,1484 p=,388	,1319 p=,443	1,0000 p= ---	-,1230 p=,475	-,0949 p=,582	,5020 p=,002	,1507 p=,380
<i>R. min.</i>	-,4350 p=,008	,0462 p=,789	,1159 p=,501	-,1522 p=,376	,4248 p=,010	,3862 p=,020	,7384 p=,000	-,1230 p=,475	1,0000 p= ---	,3770 p=,023	-,3297 p=,050	,6034 p=,000
<i>kirchn.</i>	-,5461 p=,001	-,4695 p=,004	-,4467 p=,006	-,4673 p=,004	,4200 p=,011	,2604 p=,125	,3932 p=,018	-,0949 p=,582	,3770 p=,023	1,0000 p= ---	-,2429 p=,153	,5439 p=,001
<i>S. ind.</i>	,6615 p=,000	,6996 p=,000	-,0586 p=,734	,1799 p=,294	-,2053 p=,230	-,5437 p=,001	-,3974 p=,016	,5020 p=,002	-,3297 p=,050	-,2429 p=,153	1,0000 p= ---	-,5372 p=,001
Fito-total	-,3588 p=,032	-,4947 p=,002	-,2786 p=,100	-,3542 p=,034	,8781 p=,000	,4325 p=,008	,8940 p=,000	,1507 p=,380	,6034 p=,000	,5439 p=,001	-,5372 p=,001	1,0000 p= ---

APÊNDICE D - Matriz de correlação de Pearson das variáveis bióticas e abióticas analisadas em fevereiro de 2013 no reservatório de Foz do Areia. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Condut.	Turb.	Eh	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻
Temp. H2O	1,0000 p= ---	-,2069 p=,240	-,5708 p=,000	-,1882 p=,287	-,0716 p=,687	-,0084 p=,963	,0789 p=,657	-,2634 p=,132	,2003 p=,256	-,4037 p=,018	,1260 p=,478	-,2992 p=,086
pH	-,2069 p=,240	1,0000 p= ---	,5159 p=,002	,5555 p=,001	,3502 p=,042	-,6722 p=,000	,2346 p=,182	,5092 p=,002	,1575 p=,374	,2738 p=,117	,5339 p=,001	,7167 p=,000
OD	-,5708 p=,000	,5159 p=,002	1,0000 p= ---	,8342 p=,000	,3882 p=,023	,0802 p=,652	,3293 p=,057	,4002 p=,019	,0348 p=,845	,0994 p=,576	,3772 p=,028	,5421 p=,001
Condut.	-,1882 p=,287	,5555 p=,001	,8342 p=,000	1,0000 p= ---	,5999 p=,000	,0015 p=,993	,5650 p=,000	,4593 p=,006	,1247 p=,482	-,0468 p=,793	,5237 p=,001	,6993 p=,000
Turb.	-,0716 p=,687	,3502 p=,042	,3882 p=,023	,5999 p=,000	1,0000 p= ---	,2687 p=,124	,6016 p=,000	,5990 p=,000	,3559 p=,039	,3986 p=,020	,4342 p=,010	,3237 p=,062
Eh	-,0084 p=,963	-,6722 p=,000	,0802 p=,652	,0015 p=,993	,2687 p=,124	1,0000 p= ---	,0560 p=,753	-,2025 p=,251	,2262 p=,198	-,1492 p=,400	-,2441 p=,164	-,5446 p=,001
Alcal.	,0789 p=,657	,2346 p=,182	,3293 p=,057	,5650 p=,000	,6016 p=,000	,0560 p=,753	1,0000 p= ---	,6955 p=,000	-,1140 p=,521	,2798 p=,109	,3263 p=,060	,5218 p=,002
Cloro-a	-,2634 p=,132	,5092 p=,002	,4002 p=,019	,4593 p=,006	,5990 p=,000	-,2025 p=,251	,6955 p=,000	1,0000 p= ---	-,3324 p=,055	,6499 p=,000	,2792 p=,110	,5671 p=,000
COD	,2003 p=,256	,1575 p=,374	,0348 p=,845	,1247 p=,482	,3559 p=,039	,2262 p=,198	-,1140 p=,521	-,3324 p=,055	1,0000 p= ---	-,3558 p=,039	,3352 p=,053	-,2215 p=,208
P-total	-,4037 p=,018	,2738 p=,117	,0994 p=,576	-,0468 p=,793	,3986 p=,020	-,1492 p=,400	,2798 p=,109	,6499 p=,000	-,3558 p=,039	1,0000 p= ---	,0898 p=,613	,2516 p=,151
P-PO ₄ ³⁻	,1260 p=,478	,5339 p=,001	,3772 p=,028	,5237 p=,001	,4342 p=,010	-,2441 p=,164	,3263 p=,060	,2792 p=,110	,3352 p=,053	,0898 p=,613	1,0000 p= ---	,4428 p=,009
N-NO ₂ ⁻	-,2992 p=,086	,7167 p=,000	,5421 p=,001	,6993 p=,000	,3237 p=,062	-,5446 p=,001	,5218 p=,002	,5671 p=,000	-,2215 p=,208	,2516 p=,151	,4428 p=,009	1,0000 p= ---
N-NH ₃	-,6775 p=,000	-,2476 p=,158	,1418 p=,424	-,1279 p=,471	-,4266 p=,012	-,0412 p=,817	-,2123 p=,228	-,0327 p=,854	-,4760 p=,004	-,0029 p=,987	-,2290 p=,193	,1164 p=,512
N-NO ₃ ⁻	-,1587 p=,370	,3128 p=,072	,3840 p=,025	,5594 p=,001	,6444 p=,000	-,0051 p=,977	,9412 p=,000	,7669 p=,000	-,1568 p=,376	,4242 p=,012	,3384 p=,050	,6491 p=,000
Norg	-,3206 p=,065	-,2806 p=,108	-,1099 p=,536	-,3361 p=,052	-,3227 p=,063	,0067 p=,970	-,1863 p=,291	-,0438 p=,806	-,1071 p=,547	,0585 p=,742	-,1214 p=,494	-,2898 p=,096
N-total	-,3814 p=,026	-,1531 p=,387	,0592 p=,740	-,0869 p=,625	-,0287 p=,872	,0261 p=,883	,2674 p=,126	,2973 p=,088	-,1617 p=,361	,2342 p=,183	,0262 p=,883	,0003 p=,999
<i>M. aerug.</i>	-,0215 p=,904	,2822 p=,106	-,0375 p=,833	,0986 p=,579	,4695 p=,005	-,2403 p=,171	,6197 p=,000	,5918 p=,000	-,0536 p=,763	,6737 p=,000	,3134 p=,071	,3628 p=,035
<i>S. brasil.</i>	-,1448 p=,414	,2159 p=,220	,2894 p=,097	,0673 p=,705	,0847 p=,634	,0780 p=,661	-,2080 p=,238	,2776 p=,112	,0666 p=,708	,1423 p=,422	,3021 p=,082	-,0814 p=,647
<i>P. mucic.</i>	-,3358 p=,052	,5370 p=,001	,1014 p=,568	-,0450 p=,800	,1827 p=,301	-,4605 p=,006	,0284 p=,873	,5229 p=,002	-,2071 p=,240	,8000 p=,000	,1468 p=,407	,3711 p=,031
<i>D. spir.</i>	,0547 p=,758	,1769 p=,317	-,1992 p=,259	-,3734 p=,030	-,1340 p=,450	-,2096 p=,234	,1498 p=,398	,0644 p=,718	,0924 p=,603	,2635 p=,132	-,1918 p=,277	-,1284 p=,469
<i>R. min.</i>	,2325 p=,186	-,3284 p=,058	-,6133 p=,000	-,4242 p=,012	-,0763 p=,668	-,0713 p=,689	,1326 p=,455	-,1138 p=,522	-,0667 p=,708	,1929 p=,274	-,3001 p=,085	-,0880 p=,621
<i>kirchn.</i>	,0475 p=,790	,1706 p=,335	,1001 p=,573	,3922 p=,022	,2831 p=,105	-,1669 p=,345	,2165 p=,219	,1759 p=,320	,0326 p=,855	,0224 p=,900	,1796 p=,310	,3707 p=,031

S. ind.	,4760 p=,004	-,2187 p=,214	-,0322 p=,856	,2904 p=,096	,6134 p=,000	,5302 p=,001	,4698 p=,005	,3087 p=,076	,1316 p=,458	,0216 p=,904	,0855 p=,631	-,1288 p=,468
C. hirund.	-,2104 p=,232	,1498 p=,398	,4797 p=,004	,5213 p=,002	,6595 p=,000	,4275 p=,012	,4605 p=,006	,1283 p=,470	,5789 p=,000	,0971 p=,585	,3753 p=,029	,2485 p=,156
Fito-total	,0649 p=,715	,1149 p=,518	-,1473 p=,406	-,0887 p=,618	,2778 p=,112	-,1468 p=,408	,5180 p=,002	,4759 p=,004	-,0110 p=,951	,5409 p=,001	,2420 p=,168	,1276 p=,472

Continuação:

	N-NH ₃	N-NO ₃ ⁻	Norg	N-total	M. aerug.	S. brasil.	P. mucic.	D. spir.	R. min.	kirchn.	S. ind.	C. hirund.	Fito-total
Temp. H2O	-,6775 p=,000	-,1587 p=,370	-,3206 p=,065	-,3814 p=,026	-,0215 p=,904	-,1448 p=,414	-,3358 p=,052	,0547 p=,758	,2325 p=,186	,0475 p=,790	,4760 p=,004	-,2104 p=,232	,0649 p=,715
pH	-,2476 p=,158	,3128 p=,072	-,2806 p=,108	-,1531 p=,387	,2822 p=,106	,2159 p=,220	,5370 p=,001	,1769 p=,317	-,3284 p=,058	,1706 p=,335	-,2187 p=,214	,1498 p=,398	,1149 p=,518
OD	,1418 p=,424	,3840 p=,025	-,1099 p=,536	,0592 p=,740	-,0375 p=,833	,2894 p=,097	,1014 p=,568	-,1992 p=,259	-,6133 p=,000	,1001 p=,573	-,0322 p=,856	,4797 p=,004	-,1473 p=,406
Conduct.	-,1279 p=,471	,5594 p=,001	-,3361 p=,052	-,0869 p=,625	,0986 p=,579	,0673 p=,705	-,0450 p=,800	-,3734 p=,030	-,4242 p=,012	,3922 p=,022	,2904 p=,096	,5213 p=,002	-,0887 p=,618
Turb.	-,4266 p=,012	,6444 p=,000	-,3227 p=,063	-,0287 p=,872	,4695 p=,005	,0847 p=,634	,1827 p=,301	-,1340 p=,450	-,0763 p=,668	,2831 p=,105	,6134 p=,000	,6595 p=,000	,2778 p=,112
Eh	-,0412 p=,817	-,0051 p=,977	,0067 p=,970	,0261 p=,883	-,2403 p=,171	,0780 p=,661	-,4605 p=,006	-,2096 p=,234	-,0713 p=,689	-,1669 p=,345	,5302 p=,001	,4275 p=,012	-,1468 p=,408
Alcal.	-,2123 p=,228	,9412 p=,000	-,1863 p=,291	,2674 p=,126	,6197 p=,000	-,2080 p=,238	,0284 p=,873	,1498 p=,398	,1326 p=,455	,2165 p=,219	,4698 p=,005	,4605 p=,006	,5180 p=,002
Cloro-a	-,0327 p=,854	,7669 p=,000	-,0438 p=,806	,2973 p=,088	,5918 p=,000	,2776 p=,112	,5229 p=,002	,0644 p=,718	-,1138 p=,522	,1759 p=,320	,3087 p=,076	,1283 p=,470	,4759 p=,004
COD	-,4760 p=,004	-,1568 p=,376	-,1071 p=,547	-,1617 p=,361	-,0536 p=,763	,0666 p=,708	-,2071 p=,240	,0924 p=,603	-,0667 p=,708	,0326 p=,855	,1316 p=,458	,5789 p=,000	-,0110 p=,951
P-total	-,0029 p=,987	,4242 p=,012	,0585 p=,742	,2342 p=,183	,6737 p=,000	,1423 p=,422	,8000 p=,000	,2635 p=,132	,1929 p=,274	,0224 p=,900	,0216 p=,904	,0971 p=,585	,5409 p=,001
P-PO ₄ ³⁻	-,2290 p=,193	,3384 p=,050	-,1214 p=,494	,0262 p=,883	,3134 p=,071	,3021 p=,082	,1468 p=,407	-,1918 p=,277	-,3001 p=,085	,1796 p=,310	,0855 p=,631	,3753 p=,029	,2420 p=,168
N-NO ₂ ⁻	,1164 p=,512	,6491 p=,000	-,2898 p=,096	,0003 p=,999	,3628 p=,035	-,0814 p=,647	,3711 p=,031	-,1284 p=,469	-,0880 p=,621	,3707 p=,031	-,1288 p=,468	,2485 p=,156	,1276 p=,472
N-NH ₃	1,0000 p=---	-,0289 p=,871	,5389 p=,001	,5202 p=,002	-,2011 p=,254	,0084 p=,962	-,0735 p=,680	-,2807 p=,108	-,0798 p=,654	-,0846 p=,634	-,5487 p=,001	-,2167 p=,218	-,1642 p=,353
N-NO ₃ ⁻	-,0289 p=,871	1,0000 p=---	-,2069 p=,240	,2735 p=,118	,6215 p=,000	-,1535 p=,386	,1685 p=,341	,1205 p=,497	,0832 p=,640	,1485 p=,402	,3110 p=,073	,4880 p=,003	,4668 p=,005
Norg	,5389 p=,001	-,2069 p=,240	1,0000 p=---	,8823 p=,000	,2355 p=,180	,1086 p=,541	,0724 p=,684	-,0727 p=,683	,2977 p=,087	,2571 p=,142	-,2137 p=,225	-,1022 p=,565	,4434 p=,009
N-total	,5202 p=,002	,2735 p=,118	,8823 p=,000	1,0000 p=---	,5113 p=,002	,0234 p=,895	,1216 p=,493	,0205 p=,908	,3349 p=,053	,2821 p=,106	-,0742 p=,677	,1423 p=,422	,6543 p=,000
M. aerug.	-,2011 p=,254	,6215 p=,000	,2355 p=,180	,5113 p=,002	1,0000 p=---	-,1588 p=,370	,5710 p=,000	,2646 p=,130	,5968 p=,000	,4627 p=,006	,2392 p=,173	,3627 p=,035	,9278 p=,000
S. brasil.	,0084 p=,962	-,1535 p=,386	,1086 p=,541	,0234 p=,895	-,1588 p=,370	1,0000 p=---	,3759 p=,028	-,1547 p=,382	-,5573 p=,001	-,1908 p=,280	,1106 p=,533	-,0368 p=,836	-,0024 p=,989
P. mucic.	-,0735 p=,680	,1685 p=,341	,0724 p=,684	,1216 p=,493	,5710 p=,000	,3759 p=,028	1,0000 p=---	,2544 p=,147	,1717 p=,332	,1727 p=,329	-,1365 p=,442	,0290 p=,871	,5053 p=,002
D. spir.	-,2807	,1205	-,0727	,0205	,2646	-,1547	,2544	1,0000	,1779	-,5200	-,3109	-,0075	,3418

	p=,108	p=,497	p=,683	p=,908	p=,130	p=,382	p=,147	p= ---	p=,314	p=,002	p=,074	p=,967	p=,048
<i>R. min.</i>	-,0798	,0832	,2977	,3349	,5968	-,5573	,1717	,1779	1,0000	,4618	,1395	,0847	,6110
	p=,654	p=,640	p=,087	p=,053	p=,000	p=,001	p=,332	p=,314	p= ---	p=,006	p=,431	p=,634	p=,000
<i>kirchn.</i>	-,0846	,1485	,2571	,2821	,4627	-,1908	,1727	-,5200	,4618	1,0000	,3681	,2529	,3684
	p=,634	p=,402	p=,142	p=,106	p=,006	p=,280	p=,329	p=,002	p=,006	p= ---	p=,032	p=,149	p=,032
<i>S. ind.</i>	-,5487	,3110	-,2137	-,0742	,2392	,1106	-,1365	-,3109	,1395	,3681	1,0000	,3038	,2384
	p=,001	p=,073	p=,225	p=,677	p=,173	p=,533	p=,442	p=,074	p=,431	p=,032	p= ---	p=,081	p=,174
<i>C. hirund.</i>	-,2167	,4880	-,1022	,1423	,3627	-,0368	,0290	-,0075	,0847	,2529	,3038	1,0000	,2961
	p=,218	p=,003	p=,565	p=,422	p=,035	p=,836	p=,871	p=,967	p=,634	p=,149	p=,081	p= ---	p=,089
Fito-total	-,1642	,4668	,4434	,6543	,9278	-,0024	,5053	,3418	,6110	,3684	,2384	,2961	1,0000
	p=,353	p=,005	p=,009	p=,000	p=,000	p=,989	p=,002	p=,048	p=,000	p=,032	p=,174	p=,089	p= ---

APÊNDICE E - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em outubro de 2013 no reservatório de Foz do Areia. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Conduct.	Turb.	Alcal	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻
Temp. H2O	1,0000 p= ---	,6663 p=,000	,7238 p=,000	,1062 p=,538	,0945 p=,584	,1717 p=,317	,1447 p=,400	-,2753 p=,104	-,1569 p=,361	-,0018 p=,992	,7219 p=,000
pH	,6663 p=,000	1,0000 p= ---	,8963 p=,000	,1166 p=,498	-,4210 p=,011	,2137 p=,211	,2021 p=,237	-,5967 p=,000	-,0681 p=,693	-,3307 p=,049	,6496 p=,000
OD	,7238 p=,000	,8963 p=,000	1,0000 p= ---	,1008 p=,558	-,4764 p=,003	,3125 p=,063	,2527 p=,137	-,6276 p=,000	,1272 p=,460	-,1285 p=,455	,6472 p=,000
Conduct.	,1062 p=,538	,1166 p=,498	,1008 p=,558	1,0000 p= ---	,3639 p=,029	,1679 p=,328	-,0848 p=,623	-,1970 p=,249	-,3171 p=,059	,2956 p=,080	,2246 p=,188
Turb.	,0945 p=,584	-,4210 p=,011	-,4764 p=,003	,3639 p=,029	1,0000 p= ---	-,2202 p=,197	,0459 p=,790	,3131 p=,063	-,3169 p=,060	,4638 p=,004	,1880 p=,272
Alcal.	,1717 p=,317	,2137 p=,211	,3125 p=,063	,1679 p=,328	-,2202 p=,197	1,0000 p= ---	,0820 p=,634	-,1068 p=,535	,0687 p=,690	-,0297 p=,864	,0876 p=,612
Cloro-a	,1447 p=,400	,2021 p=,237	,2527 p=,137	-,0848 p=,623	,0459 p=,790	,0820 p=,634	1,0000 p= ---	,0927 p=,591	,6246 p=,000	,1612 p=,348	,6121 p=,000
COD	-,2753 p=,104	-,5967 p=,000	-,6276 p=,000	-,1970 p=,249	,3131 p=,063	-,1068 p=,535	,0927 p=,591	1,0000 p= ---	-,1070 p=,534	-,0395 p=,819	-,3141 p=,062
P-total	-,1569 p=,361	-,0681 p=,693	,1272 p=,460	-,3171 p=,059	-,3169 p=,060	,0687 p=,690	,6246 p=,000	-,1070 p=,534	1,0000 p= ---	,1623 p=,344	,1122 p=,515
P-PO43-	-,0018 p=,992	-,3307 p=,049	-,1285 p=,455	,2956 p=,080	,4638 p=,004	-,0297 p=,864	,1612 p=,348	-,0395 p=,819	,1623 p=,344	1,0000 p= ---	,1840 p=,283
N-NO ₂ ⁻	,7219 p=,000	,6496 p=,000	,6472 p=,000	,2246 p=,188	,1880 p=,272	,0876 p=,612	,6121 p=,000	-,3141 p=,062	,1122 p=,515	,1840 p=,283	1,0000 p= ---
N-NH ₃	,1967 p=,250	-,1856 p=,279	-,0097 p=,955	,3128 p=,063	,6367 p=,000	-,0136 p=,937	,5567 p=,000	,0766 p=,657	,2844 p=,093	,5097 p=,001	,5468 p=,001
N-NO ₃ ⁻	-,6418 p=,000	-,5323 p=,001	-,6500 p=,000	,0168 p=,922	,2709 p=,110	-,3372 p=,044	-,5182 p=,001	,2228 p=,192	-,4912 p=,002	,1006 p=,559	-,5617 p=,000
Norg	,1603 p=,350	,2910 p=,085	,3907 p=,018	,2732 p=,107	-,3742 p=,025	,0882 p=,609	-,3715 p=,026	-,5633 p=,000	-,0156 p=,928	,1738 p=,311	-,1866 p=,276
N-total	,0076 p=,965	,2041 p=,232	,2603 p=,125	-,1492 p=,385	-,5762 p=,000	,2425 p=,154	-,0668 p=,699	-,2477 p=,145	,1050 p=,542	-,2647 p=,119	-,0360 p=,835
<i>P. mucic.</i>	,2358 p=,166	,0567 p=,743	,1403 p=,414	,2302 p=,177	,3485 p=,037	-,0182 p=,916	,0052 p=,976	-,4697 p=,004	,1467 p=,393	,7448 p=,000	,3791 p=,023
<i>D. spir.</i>	-,1238 p=,472	-,3693 p=,027	-,3631 p=,029	-,9080 p=,000	,0049 p=,978	-,2342 p=,169	-,0628 p=,716	,3771 p=,023	,0971 p=,573	-,0994 p=,564	-,2797 p=,099
<i>R. min.</i>	-,0628 p=,716	-,3360 p=,045	-,3129 p=,063	,1527 p=,374	,4927 p=,002	,5717 p=,000	-,1184 p=,492	,2633 p=,121	-,3228 p=,055	,3153 p=,061	-,0816 p=,636
<i>kirchn.</i>	-,4631 p=,004	-,4947 p=,002	-,3078 p=,068	-,0547 p=,751	-,1659 p=,333	,0646 p=,708	-,4170 p=,011	,0490 p=,777	,0740 p=,668	,2000 p=,242	-,4054 p=,014
<i>C. hirund.</i>	-,5320 p=,001	-,0300 p=,862	-,1617 p=,346	-,0554 p=,748	-,2122 p=,214	,4462 p=,006	,0570 p=,741	-,0542 p=,754	-,0396 p=,819	-,0100 p=,954	-,2274 p=,182
Fito-total	-,3462 p=,039	-,4907 p=,002	-,4385 p=,007	,1502 p=,382	,2497 p=,142	,2830 p=,094	-,3245 p=,054	,4084 p=,013	-,3339 p=,047	,3033 p=,072	-,2586 p=,128

Continuação:

	N-NH ₃	N-NO ₃ ⁻	Norg	N-total	<i>P. mucic.</i>	<i>D. spir.</i>	<i>R. min.</i>	<i>kirchn.</i>	<i>C. hirund.</i>	Fito-total
Temp. H2O	,1967 p=,250	-,6418 p=,000	,1603 p=,350	,0076 p=,965	,2358 p=,166	-,1238 p=,472	-,0628 p=,716	-,4631 p=,004	-,5320 p=,001	-,3462 p=,039
pH	-,1856 p=,279	-,5323 p=,001	,2910 p=,085	,2041 p=,232	,0567 p=,743	-,3693 p=,027	-,3360 p=,045	-,4947 p=,002	-,0300 p=,862	-,4907 p=,002
OD	-,0097 p=,955	-,6500 p=,000	,3907 p=,018	,2603 p=,125	,1403 p=,414	-,3631 p=,029	-,3129 p=,063	-,3078 p=,068	-,1617 p=,346	-,4385 p=,007
Conduct.	,3128 p=,063	,0168 p=,922	,2732 p=,107	-,1492 p=,385	,2302 p=,177	-,9080 p=,000	,1527 p=,374	-,0547 p=,751	-,0554 p=,748	,1502 p=,382
Turb.	,6367 p=,000	,2709 p=,110	-,3742 p=,025	-,5762 p=,000	,3485 p=,037	,0049 p=,978	,4927 p=,002	-,1659 p=,333	-,2122 p=,214	,2497 p=,142
Alcal.	-,0136 p=,937	-,3372 p=,044	,0882 p=,609	,2425 p=,154	-,0182 p=,916	-,2342 p=,169	,5717 p=,000	,0646 p=,708	,4462 p=,006	,2830 p=,094
Cloro-a	,5567 p=,000	-,5182 p=,001	-,3715 p=,026	-,0668 p=,699	,0052 p=,976	-,0628 p=,716	-,1184 p=,492	-,4170 p=,011	,0570 p=,741	-,3245 p=,054
COD	,0766 p=,657	,2228 p=,192	-,5633 p=,000	-,2477 p=,145	-,4697 p=,004	,3771 p=,023	,2633 p=,121	,0490 p=,777	-,0542 p=,754	,4084 p=,013
P-total	,2844 p=,093	-,4912 p=,002	-,0156 p=,928	,1050 p=,542	,1467 p=,393	,0971 p=,573	-,3228 p=,055	,0740 p=,668	-,0396 p=,819	-,3339 p=,047
P-PO43-	,5097 p=,001	,1006 p=,559	,1738 p=,311	-,2647 p=,119	,7448 p=,000	-,0994 p=,564	,3153 p=,061	,2000 p=,242	-,0100 p=,954	,3033 p=,072
N-NO ₂ ⁻	,5468 p=,001	-,5617 p=,000	-,1866 p=,276	-,0360 p=,835	,3791 p=,023	-,2797 p=,099	-,0816 p=,636	-,4054 p=,014	-,2274 p=,182	-,2586 p=,128
N-NH ₃	1,0000 p= ---	-,1468 p=,393	-,4438 p=,007	-,3987 p=,016	,3991 p=,016	-,1595 p=,353	,2718 p=,109	-,0083 p=,962	-,2450 p=,150	,1300 p=,450
N-NO ₃ ⁻	-,1468 p=,393	1,0000 p= ---	-,1836 p=,284	-,3903 p=,019	,0131 p=,940	,2129 p=,213	,3515 p=,036	,3769 p=,023	,4169 p=,011	,5814 p=,000
Norg	-,4438 p=,007	-,1836 p=,284	1,0000 p= ---	,1900 p=,267	,2273 p=,182	-,4082 p=,013	-,2965 p=,079	-,1010 p=,558	-,1069 p=,535	-,3670 p=,028
N-total	-,3987 p=,016	-,3903 p=,019	,1900 p=,267	1,0000 p= ---	-,3178 p=,059	-,0629 p=,716	-,3442 p=,040	,2956 p=,080	,0058 p=,973	-,1455 p=,397
<i>P. mucic.</i>	,3991 p=,016	,0131 p=,940	,2273 p=,182	-,3178 p=,059	1,0000 p= ---	-,0909 p=,598	,2113 p=,216	,1360 p=,429	-,0471 p=,785	,1287 p=,455
<i>D. spir.</i>	-,1595 p=,353	,2129 p=,213	-,4082 p=,013	-,0629 p=,716	-,0909 p=,598	1,0000 p= ---	,1241 p=,471	,1343 p=,435	,0098 p=,955	,1041 p=,546
<i>R. min.</i>	,2718 p=,109	,3515 p=,036	-,2965 p=,079	-,3442 p=,040	,2113 p=,216	,1241 p=,471	1,0000 p= ---	,1460 p=,396	,4787 p=,003	,6995 p=,000
<i>kirchn.</i>	-,0083 p=,962	,3769 p=,023	-,1010 p=,558	,2956 p=,080	,1360 p=,429	,1343 p=,435	,1460 p=,396	1,0000 p= ---	,1015 p=,556	,6786 p=,000
<i>C. hirund.</i>	-,2450 p=,150	,4169 p=,011	-,1069 p=,535	,0058 p=,973	-,0471 p=,785	,0098 p=,955	,4787 p=,003	,1015 p=,556	1,0000 p= ---	,3824 p=,021
Fito-total	,1300 p=,450	,5814 p=,000	-,3670 p=,028	-,1455 p=,397	,1287 p=,455	,1041 p=,546	,6995 p=,000	,6786 p=,000	,3824 p=,021	1,0000 p= ---

APÊNDICE F - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em novembro de 2012 no reservatório de Segredo. As correlações descartadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Conduct.	Turb.	Eh	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₃
Temp. H2O	1,0000 p= ---	-,3210 p=,103	,2206 p=,269	-,5894 p=,001	,9030 p=,000	-,6001 p=,001	,6871 p=,000	-,0517 p=,798	-,3019 p=,126	,1623 p=,419	-,2941 p=,136	,4090 p=,034	,5664 p=,002
pH	-,3210 p=,103	1,0000 p= ---	,5002 p=,008	,8160 p=,000	-,0019 p=,992	-,0587 p=,771	-,5683 p=,002	-,4190 p=,030	,5490 p=,003	-,0893 p=,658	,8206 p=,000	-,0993 p=,622	-,8237 p=,000
OD	,2206 p=,269	,5002 p=,008	1,0000 p= ---	,2885 p=,144	,2650 p=,182	-,1131 p=,574	,0510 p=,801	,0735 p=,716	,7017 p=,000	-,5969 p=,001	,3955 p=,041	,0335 p=,868	-,1463 p=,467
Conduct.	-,5894 p=,001	,8160 p=,000	,2885 p=,144	1,0000 p= ---	-,2637 p=,184	,1875 p=,349	-,4452 p=,020	-,3546 p=,070	,4017 p=,038	-,0658 p=,745	,8506 p=,000	-,3297 p=,093	-,8503 p=,000
Turb.	,9030 p=,000	-,0019 p=,992	,2650 p=,182	-,2637 p=,184	1,0000 p= ---	-,7523 p=,000	,5206 p=,005	-,2759 p=,164	-,1748 p=,383	,2234 p=,263	-,0362 p=,858	,2880 p=,145	,3156 p=,109
Eh	-,6001 p=,001	-,0587 p=,771	-,1131 p=,574	,1875 p=,349	-,7523 p=,000	1,0000 p= ---	-,1042 p=,605	-,0737 p=,715	-,0089 p=,965	-,0373 p=,853	-,0772 p=,702	,2554 p=,198	-,3232 p=,100
Alcal.	,6871 p=,000	-,5683 p=,002	,0510 p=,801	-,4452 p=,020	,5206 p=,005	-,1042 p=,605	1,0000 p= ---	-,0775 p=,701	-,3734 p=,055	,0619 p=,759	-,3599 p=,065	,3893 p=,045	,6122 p=,001
Cloro-a	-,0517 p=,798	-,4190 p=,030	,0735 p=,716	-,3546 p=,070	-,2759 p=,164	-,0737 p=,715	-,0775 p=,701	1,0000 p= ---	,2020 p=,312	-,6168 p=,001	-,2208 p=,268	-,3175 p=,107	,3930 p=,043
COD	-,3019 p=,126	,5490 p=,003	,7017 p=,000	,4017 p=,038	-,1748 p=,383	-,0089 p=,965	-,3734 p=,055	,2020 p=,312	1,0000 p= ---	-,8343 p=,000	,2712 p=,171	-,1889 p=,345	-,1894 p=,344
P-total	,1623 p=,419	-,0893 p=,658	-,5969 p=,001	-,0658 p=,745	,2234 p=,263	-,0373 p=,853	,0619 p=,759	-,6168 p=,001	-,8343 p=,000	1,0000 p= ---	-,0150 p=,941	,1473 p=,464	-,1704 p=,395
P-PO ₄ ³⁻	-,2941 p=,136	,8206 p=,000	,3955 p=,041	,8506 p=,000	-,0362 p=,858	-,0772 p=,702	-,3599 p=,065	-,2208 p=,268	,2712 p=,171	-,0150 p=,941	1,0000 p= ---	-,2883 p=,145	-,8001 p=,000
N-NO ₂ ⁻	,4090 p=,034	-,0993 p=,622	,0335 p=,868	-,3297 p=,093	,2880 p=,145	,2554 p=,198	,3893 p=,045	-,3175 p=,107	-,1889 p=,345	,1473 p=,464	-,2883 p=,145	1,0000 p= ---	,0355 p=,861
N-NH ₃	,5664 p=,002	-,8237 p=,000	-,1463 p=,467	-,8503 p=,000	,3156 p=,109	-,3232 p=,100	,6122 p=,001	,3930 p=,043	-,1894 p=,344	-,1704 p=,395	-,8001 p=,000	,0355 p=,861	1,0000 p= ---
N-NO ₃ ⁻	,3145 p=,110	-,3336 p=,089	,5442 p=,003	-,2994 p=,129	,0452 p=,823	,1481 p=,461	,4560 p=,017	,3591 p=,066	,1229 p=,542	-,3719 p=,056	-,2000 p=,317	-,0727 p=,718	,4360 p=,023
Norg	,4974 p=,008	-,0026 p=,990	,1515 p=,451	-,1947 p=,330	,5132 p=,006	-,8140 p=,000	,0308 p=,879	,2621 p=,187	-,1431 p=,476	,1024 p=,611	,2152 p=,281	-,4526 p=,018	,2456 p=,217
N-total	,5064 p=,007	-,0134 p=,947	,1654 p=,410	-,2048 p=,305	,5142 p=,006	-,8070 p=,000	,0453 p=,823	,2707 p=,172	-,1398 p=,487	,0917 p=,649	,2063 p=,302	-,4493 p=,019	,2585 p=,193
<i>M. aerug.</i>	,5299 p=,004	-,5833 p=,001	-,2878 p=,145	-,9176 p=,000	,2499 p=,209	-,1627 p=,417	,2736 p=,167	,0996 p=,621	-,3621 p=,063	,1967 p=,325	-,7469 p=,000	,4394 p=,022	,6664 p=,000
<i>S. brasil.</i>	,0416 p=,837	,6211 p=,001	,2706 p=,172	,1182 p=,557	,2290 p=,251	-,2762 p=,163	-,5192 p=,006	-,3503 p=,073	,4466 p=,020	-,0259 p=,898	,1323 p=,511	,2430 p=,222	-,3020 p=,126
<i>P. mucic.</i>	-,0878 p=,663	-,0892 p=,658	-,1429 p=,477	-,2036 p=,308	-,1036 p=,607	,2156 p=,280	-,3735 p=,055	-,0703 p=,728	-,0790 p=,695	,2466 p=,215	-,4346 p=,023	,0984 p=,625	-,0289 p=,886
<i>D. spir.</i>	-,4248 p=,027	,0442 p=,827	-,4143 p=,032	-,1778 p=,375	-,4763 p=,012	,2096 p=,294	-,5715 p=,002	,1040 p=,606	,1302 p=,518	-,0594 p=,769	-,2366 p=,235	,1918 p=,338	-,1047 p=,603
<i>R. min.</i>	,0342 p=,866	-,1288 p=,522	-,5110 p=,006	-,0919 p=,648	-,0012 p=,995	,3330 p=,090	,0170 p=,933	-,5470 p=,003	-,7719 p=,000	,8989 p=,000	-,1171 p=,561	,3363 p=,086	-,2473 p=,214
<i>kirchn.</i>	,5714 p=,002	-,8344 p=,000	-,2600 p=,190	-,7104 p=,000	,3294 p=,093	,0531 p=,792	,8600 p=,000	,0254 p=,900	-,4938 p=,009	,1441 p=,473	-,7585 p=,000	,4493 p=,019	,7631 p=,000
<i>S. ind.</i>	,3653 p=,061	-,7497 p=,000	-,0803 p=,690	-,7837 p=,000	-,0020 p=,992	,3336 p=,089	,4871 p=,010	,2136 p=,285	-,3013 p=,127	,0058 p=,977	-,8174 p=,000	,4135 p=,032	,6554 p=,000

<i>C. hirund.</i>	,1365 p=,497	,1976 p=,323	,3436 p=,079	-,0045 p=,982	,1484 p=,460	,2551 p=,199	,1546 p=,441	-,1989 p=,320	,3861 p=,047	-,3325 p=,090	-,1361 p=,498	,7989 p=,000	-,0977 p=,628
Fito-total	,4315 p=,025	-,3767 p=,053	-,1502 p=,454	-,7433 p=,000	,2562 p=,197	-,0310 p=,878	,0868 p=,667	-,0343 p=,865	-,1648 p=,411	,1523 p=,448	-,7583 p=,000	,5882 p=,001	,4488 p=,019

Continuação:

	N-NO ₃ ⁻	Norg	N-total	<i>M. aerug.</i>	<i>S. brasil.</i>	<i>P. mucic.</i>	<i>D. spir.</i>	<i>R. min.</i>	<i>kirchn.</i>	<i>S. ind.</i>	<i>C. hirund.</i>	Fito-total
Temp. H ₂ O	,3145 p=,110	,4974 p=,008	,5064 p=,007	,5299 p=,004	,0416 p=,837	-,0878 p=,663	-,4248 p=,027	,0342 p=,866	,5714 p=,002	,3653 p=,061	,1365 p=,497	,4315 p=,025
pH	-,3336 p=,089	-,0026 p=,990	-,0134 p=,947	-,5833 p=,001	,6211 p=,001	-,0892 p=,658	,0442 p=,827	-,1288 p=,522	-,8344 p=,000	-,7497 p=,000	,1976 p=,323	-,3767 p=,053
OD	,5442 p=,003	,1515 p=,451	,1654 p=,410	-,2878 p=,145	,2706 p=,172	-,1429 p=,477	-,4143 p=,032	-,5110 p=,006	-,2600 p=,190	-,0803 p=,690	,3436 p=,079	-,1502 p=,454
Conduc.	-,2994 p=,129	-,1947 p=,330	-,2048 p=,305	-,9176 p=,000	,1182 p=,557	-,2036 p=,308	-,1778 p=,375	-,0919 p=,648	-,7104 p=,000	-,7837 p=,000	-,0045 p=,982	-,7433 p=,000
Turb.	,0452 p=,823	,5132 p=,006	,5142 p=,006	,2499 p=,209	,2290 p=,251	-,1036 p=,607	-,4763 p=,012	-,0012 p=,995	,3294 p=,093	-,0020 p=,992	,1484 p=,460	,2562 p=,197
Eh	,1481 p=,461	-,8140 p=,000	-,8070 p=,000	-,1627 p=,417	-,2762 p=,163	,2156 p=,280	,2096 p=,294	,3330 p=,090	,0531 p=,792	,3336 p=,089	,2551 p=,199	-,0310 p=,878
Alcal.	,4560 p=,017	,0308 p=,879	,0453 p=,823	,2736 p=,167	-,5192 p=,006	-,3735 p=,055	-,5715 p=,002	,0170 p=,933	,8600 p=,000	,4871 p=,010	,1546 p=,441	,0868 p=,667
Cloro-a	,3591 p=,066	,2621 p=,187	,2707 p=,172	,0996 p=,621	-,3503 p=,073	-,0703 p=,728	,1040 p=,606	-,5470 p=,003	,0254 p=,900	,2136 p=,285	-,1989 p=,320	-,0343 p=,865
COD	,1229 p=,542	-,1431 p=,476	-,1398 p=,487	-,3621 p=,063	,4466 p=,020	-,0790 p=,695	,1302 p=,518	-,7719 p=,000	-,4938 p=,009	-,3013 p=,127	,3861 p=,047	-,1648 p=,411
P-total	-,3719 p=,056	,1024 p=,611	,0917 p=,649	,1967 p=,325	-,0259 p=,898	,2466 p=,215	-,0594 p=,769	,8989 p=,000	,1441 p=,473	,0058 p=,977	-,3325 p=,090	,1523 p=,448
P-PO ₄ ³⁻	-,2000 p=,317	,2152 p=,281	,2063 p=,302	-,7469 p=,000	,1323 p=,511	-,4346 p=,023	-,2366 p=,235	-,1171 p=,561	-,7585 p=,000	-,8174 p=,000	-,1361 p=,498	-,7583 p=,000
N-NO ₂ ⁻	-,0727 p=,718	-,4526 p=,018	-,4493 p=,019	,4394 p=,022	,2430 p=,222	,0984 p=,625	,1918 p=,338	,3363 p=,086	,4493 p=,019	,4135 p=,032	,7989 p=,000	,5882 p=,001
N-NH ₃	,4360 p=,023	,2456 p=,217	,2585 p=,193	,6664 p=,000	-,3020 p=,126	-,0289 p=,886	-,1047 p=,603	-,2473 p=,214	,7631 p=,000	,6554 p=,000	-,0977 p=,628	,4488 p=,019
N-NO ₃ ⁻	1,0000 p= ---	,1715 p=,392	,1979 p=,323	,1312 p=,514	-,4151 p=,031	-,0255 p=,900	-,5433 p=,003	-,2072 p=,300	,3564 p=,068	,6095 p=,001	-,1080 p=,592	,0173 p=,932
Norg	,1715 p=,392	1,0000 p= ---	,9996 p=0,00	,1551 p=,440	,0219 p=,914	-,2413 p=,225	-,3114 p=,114	-,1920 p=,337	-,1669 p=,405	-,2124 p=,288	-,6145 p=,001	-,1348 p=,503
N-total	,1979 p=,323	,9996 p=0,00	1,0000 p= ---	,1608 p=,423	,0113 p=,955	-,2408 p=,226	-,3240 p=,099	-,1967 p=,326	-,1538 p=,444	-,1928 p=,335	-,6121 p=,001	-,1308 p=,515
<i>M. aerug.</i>	,1312 p=,514	,1551 p=,440	,1608 p=,423	1,0000 p= ---	,1850 p=,356	,2317 p=,245	,3891 p=,045	,2146 p=,282	,5273 p=,005	,6805 p=,000	,0819 p=,685	,8331 p=,000
<i>S. brasil.</i>	-,4151 p=,031	,0219 p=,914	,0113 p=,955	,1850 p=,356	1,0000 p= ---	,3092 p=,117	,4879 p=,010	-,0566 p=,779	-,4845 p=,010	-,2836 p=,152	,4175 p=,030	,4306 p=,025
<i>P. mucic.</i>	-,0255 p=,900	-,2413 p=,225	-,2408 p=,226	,2317 p=,245	,3092 p=,117	1,0000 p= ---	,1987 p=,320	,4628 p=,015	,0263 p=,896	,3984 p=,040	,0839 p=,677	,6299 p=,000
<i>D. spir.</i>	-,5433 p=,003	-,3114 p=,114	-,3240 p=,099	,3891 p=,045	,4879 p=,010	,1987 p=,320	1,0000 p= ---	,0142 p=,944	-,2745 p=,166	-,0275 p=,892	,2237 p=,262	,4053 p=,036
<i>R. min.</i>	-,2072	-,1920	-,1967	,2146	-,0566	,4628	,0142	1,0000	,1922	,2547	-,1282	,2912

	p=,300	p=,337	p=,326	p=,282	p=,779	p=,015	p=,944	p= ---	p=,337	p=,200	p=,524	p=,141
<i>kirchn.</i>	,3564 p=,068	-,1669 p=,405	-,1538 p=,444	,5273 p=,005	-,4845 p=,010	,0263 p=,896	-,2745 p=,166	,1922 p=,337	1,0000 p= ---	,7591 p=,000	,1752 p=,382	,4393 p=,022
<i>S. ind.</i>	,6095 p=,001	-,2124 p=,288	-,1928 p=,335	,6805 p=,000	-,2836 p=,152	,3984 p=,040	-,0275 p=,892	,2547 p=,200	,7591 p=,000	1,0000 p= ---	,1542 p=,443	,6674 p=,000
<i>C. hirund.</i>	-,1080 p=,592	-,6145 p=,001	-,6121 p=,001	,0819 p=,685	,4175 p=,030	,0839 p=,677	,2237 p=,262	-,1282 p=,524	,1752 p=,382	,1542 p=,443	1,0000 p= ---	,4032 p=,037
Fito-total	,0173 p=,932	-,1348 p=,503	-,1308 p=,515	,8331 p=,000	,4306 p=,025	,6299 p=,000	,4053 p=,036	,2912 p=,141	,4393 p=,022	,6674 p=,000	,4032 p=,037	1,0000 p= ---

APÊNDICE G - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em fevereiro de 2013 no reservatório de Segredo. As correlações descartadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Conduct.	Turb.	Eh (mv)	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₃
Temp. H2O	1,0000 p= ---	,4850 p=,010	-,3897 p=,044	,8907 p=,000	-,0189 p=,926	,2555 p=,198	-,2129 p=,286	-,2724 p=,169	-,3034 p=,124	,2618 p=,187	,2949 p=,135	,3478 p=,075	,4105 p=,033
pH	,4850 p=,010	1,0000 p= ---	-,1510 p=,452	,1843 p=,357	-,0079 p=,969	-,1698 p=,397	-,3065 p=,120	,3022 p=,126	-,4797 p=,011	,0677 p=,737	,4470 p=,019	,7748 p=,000	,6527 p=,000
OD	-,3897 p=,044	-,1510 p=,452	1,0000 p= ---	-,4394 p=,022	-,0706 p=,727	,1278 p=,525	,4618 p=,015	,4305 p=,025	,2567 p=,196	-,3330 p=,090	,5250 p=,005	-,0879 p=,663	,0350 p=,862
Conduct.	,8907 p=,000	,1843 p=,357	-,4394 p=,022	1,0000 p= ---	-,1626 p=,418	,5091 p=,007	-,1949 p=,330	-,5064 p=,007	-,3290 p=,094	,3920 p=,043	,2069 p=,300	,1069 p=,596	,2178 p=,275
Turb.	-,0189 p=,926	-,0079 p=,969	-,0706 p=,727	-,1626 p=,418	1,0000 p= ---	,0686 p=,734	,1014 p=,615	-,1590 p=,428	,1838 p=,359	-,3229 p=,100	-,2951 p=,135	,2923 p=,139	-,1884 p=,347
Eh	,2555 p=,198	-,1698 p=,397	,1278 p=,525	,5091 p=,007	,0686 p=,734	1,0000 p= ---	,0074 p=,971	-,4348 p=,023	-,0824 p=,683	,4484 p=,019	,4702 p=,013	,0759 p=,707	,2127 p=,287
Alcal.	-,2129 p=,286	-,3065 p=,120	,4618 p=,015	-,1949 p=,330	,1014 p=,615	,0074 p=,971	1,0000 p= ---	,1593 p=,427	,6933 p=,000	-,7379 p=,000	-,0132 p=,948	-,4966 p=,008	-,4531 p=,018
Cloro-a	-,2724 p=,169	,3022 p=,126	,4305 p=,025	-,5064 p=,007	-,1590 p=,428	-,4348 p=,023	,1593 p=,427	1,0000 p= ---	-,1258 p=,532	-,4128 p=,032	,1311 p=,514	-,1126 p=,576	,4348 p=,023
COD	-,3034 p=,124	-,4797 p=,011	,2567 p=,196	-,3290 p=,094	,1838 p=,359	-,0824 p=,683	,6933 p=,000	-,1258 p=,532	1,0000 p= ---	-,3087 p=,117	-,0791 p=,695	-,3567 p=,068	-,4510 p=,018
P-total	,2618 p=,187	,0677 p=,737	-,3330 p=,090	,3920 p=,043	-,3229 p=,100	,4484 p=,019	-,7379 p=,000	-,4128 p=,032	-,3087 p=,117	1,0000 p= ---	,3475 p=,076	,3335 p=,089	,4778 p=,012
P-PO ₄ ³⁻	,2949 p=,135	,4470 p=,019	,5250 p=,005	,2069 p=,300	-,2951 p=,135	,4702 p=,013	-,0132 p=,948	,1311 p=,514	-,0791 p=,695	,3475 p=,076	1,0000 p= ---	,4856 p=,010	,6452 p=,000
N-NO ₂ ⁻	,3478 p=,075	,7748 p=,000	-,0879 p=,663	,1069 p=,596	,2923 p=,139	,0759 p=,707	-,4966 p=,008	-,1126 p=,576	-,3567 p=,068	,3335 p=,089	,4856 p=,010	1,0000 p= ---	,5007 p=,008
N-NH ₃	,4105 p=,033	,6527 p=,000	,0350 p=,862	,2178 p=,275	-,1884 p=,347	,2127 p=,287	-,4531 p=,018	,4348 p=,023	-,4510 p=,018	,4778 p=,012	,6452 p=,000	,5007 p=,008	1,0000 p= ---
N-NO ₃ ⁻	,4492 p=,019	,1323 p=,511	-,4488 p=,019	,5417 p=,004	,1836 p=,359	,6616 p=,000	-,3254 p=,098	-,2222 p=,265	-,2491 p=,210	,5603 p=,002	,1536 p=,444	,1765 p=,379	,5276 p=,005
Norg	,9269 p=,000	,5525 p=,003	-,5331 p=,004	,8630 p=,000	-,0098 p=,961	,2556 p=,198	-,3000 p=,128	-,1637 p=,415	-,5257 p=,005	,2416 p=,225	,1570 p=,434	,3168 p=,107	,4640 p=,015
Ntotal	,9207 p=,000	,5489 p=,003	-,5336 p=,004	,8592 p=,000	-,0014 p=,994	,2842 p=,151	-,3137 p=,111	-,1578 p=,432	-,5240 p=,005	,2711 p=,171	,1715 p=,392	,3224 p=,101	,4951 p=,009
<i>M. aerug.</i>	,5061 p=,007	-,1173 p=,560	-,3889 p=,045	,7297 p=,000	,2290 p=,251	,5674 p=,002	,0376 p=,852	-,4455 p=,020	-,3229 p=,100	,0056 p=,978	-,2073 p=,300	-,1615 p=,421	-,1325 p=,510
<i>S. brasil.</i>	,5321 p=,004	,2726 p=,169	-,1391 p=,489	,4150 p=,031	-,6204 p=,001	-,1234 p=,540	-,4145 p=,032	,0678 p=,737	-,1656 p=,409	,5330 p=,004	,3853 p=,047	,1157 p=,566	,5313 p=,004
<i>P. mucic.</i>	,8391 p=,000	,3257 p=,097	-,6690 p=,000	,8280 p=,000	-,2529 p=,203	,0261 p=,897	-,2289 p=,251	-,1816 p=,365	-,3553 p=,069	,2167 p=,278	-,0832 p=,680	-,0137 p=,946	,2606 p=,189
<i>D. spir.</i>	-,3087 p=,117	,3325 p=,090	,2192 p=,272	-,5746 p=,002	,5192 p=,006	-,2565 p=,197	-,0798 p=,692	,0505 p=,803	,2313 p=,246	-,0871 p=,666	,1676 p=,403	,6699 p=,000	,0355 p=,861
<i>R. min.</i>	-,2263 p=,256	,0672 p=,739	,2668 p=,178	-,0811 p=,688	-,3479 p=,075	,2567 p=,196	-,5284 p=,005	-,1841 p=,358	-,4551 p=,017	,5333 p=,004	,4225 p=,028	,3812 p=,050	,1502 p=,454
<i>kirchn.</i>	,6479	,6465	-,4663	,6359	-,0999	,1683	-,4367	-,4513	-,5500	,3545	,2596	,6534	,2137

	p=,000	p=,000	p=,014	p=,000	p=,620	p=,401	p=,023	p=,018	p=,003	p=,070	p=,191	p=,000	p=,284
S. ind.	-,3609 p=,064	-,2260 p=,257	,0453 p=,822	-,1132 p=,574	-,5665 p=,002	-,0864 p=,668	-,4804 p=,011	,0020 p=,992	,1814 p=,365	-,2595 p=,191	-,1253 p=,534	-,5104 p=,007	-,4450 p=,020
C. hirund.	-,2824 p=,153	-,1745 p=,384	,0286 p=,887	-,2753 p=,165	,8090 p=,000	,0093 p=,963	,1456 p=,469	-,3423 p=,080	,1149 p=,568	-,4098 p=,034	-,3953 p=,041	,1965 p=,326	-,5776 p=,002
Fito-total	,6218 p=,001	,3017 p=,126	-,2569 p=,196	,5560 p=,003	-,6617 p=,000	-,1285 p=,523	-,4188 p=,030	-,0775 p=,701	-,2738 p=,167	,4906 p=,009	,3037 p=,124	,1163 p=,563	,3931 p=,042

Continuação:

	N-NO ₃ ⁻	Norg	Ntotal	M. aerug.	S. brasil.	P. mucic.	D. spir.	R. min.	kirchn.	S. ind.	C. hirund.	Fito-total
Temp. H2O	,4492 p=,019	,9269 p=,000	,9207 p=,000	,5061 p=,007	,5321 p=,004	,8391 p=,000	-,3087 p=,117	-,2263 p=,256	,6479 p=,000	-,3609 p=,064	-,2824 p=,153	,6218 p=,001
pH	,1323 p=,511	,5525 p=,003	,5489 p=,003	-,1173 p=,560	,2726 p=,169	,3257 p=,097	,3325 p=,090	,0672 p=,739	,6465 p=,000	-,2260 p=,257	-,1745 p=,384	,3017 p=,126
OD	-,4488 p=,019	-,5331 p=,004	-,5336 p=,004	-,3889 p=,045	-,1391 p=,489	-,6690 p=,000	,2192 p=,272	,2668 p=,178	-,4663 p=,014	,0453 p=,822	,0286 p=,887	-,2569 p=,196
Condut.	,5417 p=,004	,8630 p=,000	,8592 p=,000	,7297 p=,000	,4150 p=,031	,8280 p=,000	-,5746 p=,002	-,0811 p=,688	,6359 p=,000	-,1132 p=,574	-,2753 p=,165	,5560 p=,003
Turb.	,1836 p=,359	-,0098 p=,961	-,0014 p=,994	,2290 p=,251	-,6204 p=,001	-,2529 p=,203	,5192 p=,006	-,3479 p=,075	-,0999 p=,620	-,5665 p=,002	,8090 p=,000	-,6617 p=,000
Eh	,6616 p=,000	,2556 p=,198	,2842 p=,151	,5674 p=,002	-,1234 p=,540	,0261 p=,897	-,2565 p=,197	,2567 p=,196	,1683 p=,401	-,0864 p=,668	,0093 p=,963	-,1285 p=,523
Alcal.	-,3254 p=,098	-,3000 p=,128	-,3137 p=,111	,0376 p=,852	-,4145 p=,032	-,2289 p=,251	-,0798 p=,692	-,5284 p=,005	-,4367 p=,023	,4804 p=,011	,1456 p=,469	-,4188 p=,030
Cloro-a	-,2222 p=,265	-,1637 p=,415	-,1578 p=,432	-,4455 p=,020	,0678 p=,737	-,1816 p=,365	,0505 p=,803	-,1841 p=,358	-,4513 p=,018	,0020 p=,992	-,3423 p=,080	-,0775 p=,701
COD	-,2491 p=,210	-,5257 p=,005	-,5240 p=,005	-,3229 p=,100	-,1656 p=,409	-,3553 p=,069	,2313 p=,246	-,4551 p=,017	-,5500 p=,003	,1814 p=,365	,1149 p=,568	-,2738 p=,167
P-total	,5603 p=,002	,2416 p=,225	,2711 p=,171	,0056 p=,978	,5330 p=,004	,2167 p=,278	-,0871 p=,666	,5333 p=,004	,3545 p=,070	-,2595 p=,191	-,4098 p=,034	,4906 p=,009
P-PO ₄ ³⁻	,1536 p=,444	,1570 p=,434	,1715 p=,392	-,2073 p=,300	,3853 p=,047	-,0832 p=,680	,1676 p=,403	,4225 p=,028	,2596 p=,191	-,1253 p=,534	-,3953 p=,041	,3037 p=,124
N-NO ₂ ⁻	,1765 p=,379	,3168 p=,107	,3224 p=,101	-,1615 p=,421	,1157 p=,566	-,0137 p=,946	,6699 p=,000	,3812 p=,050	,6534 p=,000	-,5104 p=,007	,1965 p=,326	,1163 p=,563
N-NH ₃	,5276 p=,005	,4640 p=,015	,4951 p=,009	-,1325 p=,510	,5313 p=,004	,2606 p=,189	,0355 p=,861	,1502 p=,454	,2137 p=,284	-,4450 p=,020	-,5776 p=,002	,3931 p=,042
N-NO ₃ ⁻	1,0000 p= ---	,5822 p=,001	,6238 p=,001	,5454 p=,003	,0794 p=,694	,4270 p=,026	-,2650 p=,182	-,1410 p=,483	,2109 p=,291	-,3416 p=,081	-,1942 p=,332	,0234 p=,908
Norg	,5822 p=,001	1,0000 p= ---	,9984 p=0,00	,6374 p=,000	,3801 p=,050	,8890 p=,000	-,4013 p=,038	-,2324 p=,243	,6819 p=,000	-,2720 p=,170	-,2631 p=,185	,4926 p=,009
N-total	,6238 p=,001	,9984 p=0,00	1,0000 p= ---	,6360 p=,000	,3804 p=,050	,8798 p=,000	-,3974 p=,040	-,2303 p=,248	,6654 p=,000	-,2914 p=,140	-,2754 p=,164	,4809 p=,011
M. aerug.	,5454 p=,003	,6374 p=,000	,6360 p=,000	1,0000 p= ---	-,2513 p=,206	,5410 p=,004	-,5885 p=,001	-,2269 p=,255	,3476 p=,076	-,0037 p=,986	,2095 p=,294	-,0896 p=,657
S. brasil.	,0794 p=,694	,3801 p=,050	,3804 p=,050	-,2513 p=,206	1,0000 p= ---	,5348 p=,004	-,2766 p=,162	,1054 p=,601	,2257 p=,258	-,2030 p=,310	-,8107 p=,000	,9553 p=,000
P. mucic.	,4270 p=,026	,8890 p=,000	,8798 p=,000	,5410 p=,004	,5348 p=,004	1,0000 p= ---	-,6126 p=,001	-,3724 p=,056	,5299 p=,004	-,0426 p=,833	-,4552 p=,017	,6604 p=,000

D. spir.	-,2650 p=,182	-,4013 p=,038	-,3974 p=,040	-,5885 p=,001	-,2766 p=,162	-,6126 p=,001	1,0000 p= ---	,1968 p=,325	,0244 p=,904	-,3576 p=,067	,5056 p=,007	-,3709 p=,057
R. min.	-,1410 p=,483	-,2324 p=,243	-,2303 p=,248	-,2269 p=,255	,1054 p=,601	-,3724 p=,056	,1968 p=,325	1,0000 p= ---	,3154 p=,109	,0307 p=,879	,0010 p=,996	,1414 p=,482
kirchn.	,2109 p=,291	,6819 p=,000	,6654 p=,000	,3476 p=,076	,2257 p=,258	,5299 p=,004	,0244 p=,904	,3154 p=,109	1,0000 p= ---	-,0269 p=,894	,0157 p=,938	,4261 p=,027
S. ind.	-,3416 p=,081	-,2720 p=,170	-,2914 p=,140	-,0037 p=,986	-,2030 p=,310	-,0426 p=,833	-,3576 p=,067	,0307 p=,879	-,0269 p=,894	1,0000 p= ---	-,1832 p=,360	-,0737 p=,715
C. hirund.	-,1942 p=,332	-,2631 p=,185	-,2754 p=,164	,2095 p=,294	-,8107 p=,000	-,4552 p=,017	,5056 p=,007	,0010 p=,996	,0157 p=,938	-,1832 p=,360	1,0000 p= ---	-,7344 p=,000
Fito- total	,0234 p=,908	,4926 p=,009	,4809 p=,011	-,0896 p=,657	,9553 p=,000	,6604 p=,000	-,3709 p=,057	,1414 p=,482	,4261 p=,027	-,0737 p=,715	-,7344 p=,000	1,0000 p= ---

APÊNDICE H - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em outubro de 2013 no reservatório de Segredo. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Condut.	Turb	Eh	Alcal	Cloro-a	COD	P-total
Temp. H2O	1,0000 p= ---	,3887 p=,045	,4854 p=,010	,7246 p=,000	-,1510 p=,452	-- p= ---	,2477 p=,213	,0476 p=,814	,6071 p=,001	,1625 p=,418
pH	,3887 p=,045	1,0000 p= ---	,9343 p=,000	-,1445 p=,472	-,1308 p=,515	-- p= ---	-,4438 p=,020	,5228 p=,005	,1253 p=,534	,2627 p=,186
OD	,4854 p=,010	,9343 p=,000	1,0000 p= ---	,0576 p=,775	-,1836 p=,359	-- p= ---	-,2925 p=,139	,6220 p=,001	,0662 p=,743	,2792 p=,158
Condut.	,7246 p=,000	-,1445 p=,472	,0576 p=,775	1,0000 p= ---	,1044 p=,604	-- p= ---	,3141 p=,111	-,1254 p=,533	,2711 p=,171	,0202 p=,920
Turb.	-,1510 p=,452	-,1308 p=,515	-,1836 p=,359	,1044 p=,604	1,0000 p= ---	-- p= ---	-,0392 p=,846	,4072 p=,035	-,6243 p=,001	-,0281 p=,889
Alcal.	,2477 p=,213	-,4438 p=,020	-,2925 p=,139	,3141 p=,111	-,0392 p=,846	-- p= ---	1,0000 p= ---	-,1367 p=,497	,0324 p=,872	,0088 p=,965
Cloro-a	,0476 p=,814	,5228 p=,005	,6220 p=,001	-,1254 p=,533	,4072 p=,035	-- p= ---	-,1367 p=,497	1,0000 p= ---	-,4950 p=,009	,4014 p=,038
COD	,6071 p=,001	,1253 p=,534	,0662 p=,743	,2711 p=,171	-,6243 p=,001	-- p= ---	,0324 p=,872	-,4950 p=,009	1,0000 p= ---	,1485 p=,460
P-total	,1625 p=,418	,2627 p=,186	,2792 p=,158	,0202 p=,920	-,0281 p=,889	-- p= ---	,0088 p=,965	,4014 p=,038	,1485 p=,460	1,0000 p= ---
P-PO ₄ ³⁻	,1547 p=,441	,0288 p=,887	-,0005 p=,998	,0089 p=,965	-,2494 p=,210	-- p= ---	,1428 p=,477	,0122 p=,952	,4371 p=,023	,8995 p=,000
N-NO ₂ ⁻	,6998 p=,000	,2243 p=,261	,2802 p=,157	,3406 p=,082	-,0735 p=,716	-- p= ---	,7215 p=,000	,0948 p=,638	,3265 p=,096	,1456 p=,469
N-NH ₃	,3350 p=,088	,4986 p=,008	,4885 p=,010	,1583 p=,430	-,1546 p=,441	-- p= ---	-,3195 p=,104	,1651 p=,411	,1871 p=,350	,5341 p=,004
N-NO ₃ ⁻	-,0551 p=,785	-,0637 p=,752	,0792 p=,694	,2837 p=,152	-,2824 p=,153	-- p= ---	-,4389 p=,022	-,1741 p=,385	-,0275 p=,892	-,1492 p=,458
Norg	-,2501 p=,208	-,2650 p=,182	-,3605 p=,065	-,3400 p=,083	,2381 p=,232	-- p= ---	,3600 p=,065	-,0044 p=,983	-,1003 p=,619	-,2309 p=,247
N-total	-,5597 p=,002	-,8152 p=,000	-,8010 p=,000	-,0425 p=,833	,4625 p=,015	-- p= ---	,4060 p=,036	-,2692 p=,174	-,5695 p=,002	-,2931 p=,138
<i>R. min.</i>	,2057 p=,303	,0376 p=,852	,0526 p=,794	,0737 p=,715	,4353 p=,023	-- p= ---	,3916 p=,043	,4232 p=,028	-,2169 p=,277	,4213 p=,029
<i>kirchn.</i>	,1684 p=,401	-,3581 p=,067	-,2623 p=,186	,3172 p=,107	,2211 p=,268	-- p= ---	,8391 p=,000	-,1473 p=,463	-,2429 p=,222	-,2098 p=,293
<i>C. hirund.</i>	,1659 p=,408	,4955 p=,009	,3800 p=,051	-,3825 p=,049	-,0572 p=,777	-- p= ---	-,0200 p=,921	,3766 p=,053	,2416 p=,225	,1825 p=,362
Fito-total	,1202 p=,550	-,0304 p=,880	-,0566 p=,779	,0425 p=,833	,5884 p=,001	-- p= ---	,5504 p=,003	,3217 p=,102	-,3699 p=,058	,1782 p=,374

Continuação:

	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₃	N-NO ₃ ⁻	Norg	N-total	R. min.	kirchn.	C. hirund.	Fito-total
Temp. H2O	,1547 p=,441	,6998 p=,000	,3350 p=,088	-,0551 p=,785	-,2501 p=,208	-,5597 p=,002	,2057 p=,303	,1684 p=,401	,1659 p=,408	,1202 p=,550
pH	,0288 p=,887	,2243 p=,261	,4986 p=,008	-,0637 p=,752	-,2650 p=,182	-,8152 p=,000	,0376 p=,852	-,3581 p=,067	,4955 p=,009	-,0304 p=,880
OD	-,0005 p=,998	,2802 p=,157	,4885 p=,010	,0792 p=,694	-,3605 p=,065	-,8010 p=,000	,0526 p=,794	-,2623 p=,186	,3800 p=,051	-,0566 p=,779
Conduct.	,0089 p=,965	,3406 p=,082	,1583 p=,430	,2837 p=,152	-,3400 p=,083	-,0425 p=,833	,0737 p=,715	,3172 p=,107	-,3825 p=,049	,0425 p=,833
Turb.	-,2494 p=,210	-,0735 p=,716	-,1546 p=,441	-,2824 p=,153	,2381 p=,232	,4625 p=,015	,4353 p=,023	,2211 p=,268	-,0572 p=,777	,5884 p=,001
Alcal.	,1428 p=,477	,7215 p=,000	-,3195 p=,104	-,4389 p=,022	,3600 p=,065	,4060 p=,036	,3916 p=,043	,8391 p=,000	-,0200 p=,921	,5504 p=,003
Cloro-a	,0122 p=,952	,0948 p=,638	,1651 p=,411	-,1741 p=,385	-,0044 p=,983	-,2692 p=,174	,4232 p=,028	-,1473 p=,463	,3766 p=,053	,3217 p=,102
COD	,4371 p=,023	,3265 p=,096	,1871 p=,350	-,0275 p=,892	-,1003 p=,619	-,5695 p=,002	-,2169 p=,277	-,2429 p=,222	,2416 p=,225	-,3699 p=,058
P-total	,8995 p=,000	,1456 p=,469	,5341 p=,004	-,1492 p=,458	-,2309 p=,247	-,2931 p=,138	,4213 p=,029	-,2098 p=,293	,1825 p=,362	,1782 p=,374
P-PO ₄ ³⁻	1,0000 p= ---	,1874 p=,349	,3689 p=,058	-,2245 p=,260	-,0811 p=,688	-,2307 p=,247	,2557 p=,198	-,1808 p=,367	,1925 p=,336	,0488 p=,809
N-NO ₂ ⁻	,1874 p=,349	1,0000 p= ---	-,0075 p=,971	-,6023 p=,001	,2563 p=,197	-,2038 p=,308	,4409 p=,021	,6085 p=,001	,3988 p=,039	,5716 p=,002
N-NH ₃	,3689 p=,058	-,0075 p=,971	1,0000 p= ---	,4273 p=,026	-,8631 p=,000	-,3684 p=,059	,4029 p=,037	-,1417 p=,481	-,3099 p=,116	,0760 p=,706
N-NO ₃ ⁻	-,2245 p=,260	-,6023 p=,001	,4273 p=,026	1,0000 p= ---	-,8133 p=,000	-,0406 p=,841	-,3202 p=,104	-,2887 p=,144	-,7379 p=,000	-,5772 p=,002
Norg	-,0811 p=,688	,2563 p=,197	-,8631 p=,000	-,8133 p=,000	1,0000 p= ---	,2315 p=,245	-,1165 p=,563	,1529 p=,446	,6325 p=,000	,2136 p=,285
N-total	-,2307 p=,247	-,2038 p=,308	-,3684 p=,059	-,0406 p=,841	,2315 p=,245	1,0000 p= ---	,2431 p=,222	,5858 p=,001	-,5545 p=,003	,4182 p=,030
R. min.	,2557 p=,198	,4409 p=,021	,4029 p=,037	-,3202 p=,104	-,1165 p=,563	,2431 p=,222	1,0000 p= ---	,5011 p=,008	-,0570 p=,778	,8691 p=,000
kirchn.	-,1808 p=,367	,6085 p=,001	-,1417 p=,481	-,2887 p=,144	,1529 p=,446	,5858 p=,001	,5011 p=,008	1,0000 p= ---	-,2965 p=,133	,7328 p=,000
C. hirund.	,1925 p=,336	,3988 p=,039	-,3099 p=,116	-,7379 p=,000	,6325 p=,000	-,5545 p=,003	-,0570 p=,778	-,2965 p=,133	1,0000 p= ---	,0430 p=,831
Fito-total	,0488 p=,809	,5716 p=,002	,0760 p=,706	-,5772 p=,002	,2136 p=,285	,4182 p=,030	,8691 p=,000	,7328 p=,000	,0430 p=,831	1,0000 p= ---

APÊNDICE I - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em novembro de 2012 no reservatório de Santiago. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H ₂ O	pH	OD	Conduct.	Turb.	Eh	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₃
Temp. H ₂ O	1,0000 p= ---	-,0558 p=,782	,3978 p=,040	,9031 p=,000	-,0891 p=,658	-,7713 p=,000	,5758 p=,002	,1489 p=,459	-,4853 p=,010	,2933 p=,138	,0670 p=,740	,3567 p=,068	-,1210 p=,548
pH	-,0558 p=,782	1,0000 p= ---	-,5841 p=,001	-,1641 p=,413	-,6263 p=,000	-,3727 p=,056	,3223 p=,101	-,6384 p=,000	,3129 p=,112	-,6084 p=,001	-,8762 p=,000	-,6552 p=,000	-,3778 p=,052
OD	,3978 p=,040	-,5841 p=,001	1,0000 p= ---	,4632 p=,015	,2895 p=,143	-,0096 p=,962	-,1823 p=,363	,7651 p=,000	-,1648 p=,412	,1741 p=,385	,4385 p=,022	,4257 p=,027	,0251 p=,901
Conduct.	,9031 p=,000	-,1641 p=,413	,4632 p=,015	1,0000 p= ---	-,0411 p=,839	-,7655 p=,000	,5312 p=,004	,0732 p=,717	-,1976 p=,323	,5455 p=,003	,0022 p=,991	,5292 p=,005	-,0855 p=,672
Turb.	-,0891 p=,658	-,6263 p=,000	,2895 p=,143	-,0411 p=,839	1,0000 p= ---	,2015 p=,314	-,7360 p=,000	,2721 p=,170	-,2400 p=,228	,1982 p=,322	,5618 p=,002	,1763 p=,379	,6430 p=,000
Eh	-,7713 p=,000	-,3727 p=,056	-,0096 p=,962	-,7655 p=,000	,2015 p=,314	1,0000 p= ---	-,5408 p=,004	,2312 p=,246	,1684 p=,401	-,0917 p=,649	,4793 p=,011	-,0891 p=,658	-,0294 p=,884
Alcal.	,5758 p=,002	,3223 p=,101	-,1823 p=,363	,5312 p=,004	-,7360 p=,000	-,5408 p=,004	1,0000 p= ---	-,1978 p=,323	-,2087 p=,296	,3126 p=,112	-,3256 p=,097	,0688 p=,733	-,5702 p=,002
Cloro-a	,1489 p=,459	-,6384 p=,000	,7651 p=,000	,0732 p=,717	,2721 p=,170	,2312 p=,246	-,1978 p=,323	1,0000 p= ---	-,5312 p=,004	,0153 p=,939	,5603 p=,002	,2190 p=,272	,1745 p=,384
COD	-,4853 p=,010	,3129 p=,112	-,1648 p=,412	-,1976 p=,323	-,2400 p=,228	,1684 p=,401	-,2087 p=,296	-,5312 p=,004	1,0000 p= ---	-,0692 p=,732	-,4547 p=,017	,0103 p=,959	-,1468 p=,465
P-total	,2933 p=,138	-,6084 p=,001	,1741 p=,385	,5455 p=,003	,1982 p=,322	-,0917 p=,649	,3126 p=,112	,0153 p=,939	-,0692 p=,732	1,0000 p= ---	,3766 p=,053	,6509 p=,000	-,0052 p=,979
P-PO ₄ ³⁻	,0670 p=,740	-,8762 p=,000	,4385 p=,022	,0022 p=,991	,5618 p=,002	,4793 p=,011	-,3256 p=,097	,5603 p=,002	-,4547 p=,017	,3766 p=,053	1,0000 p= ---	,5663 p=,002	,3355 p=,087
N-NO ₂ ⁻	,3567 p=,068	-,6552 p=,000	,4257 p=,027	,5292 p=,005	,1763 p=,379	-,0891 p=,658	,0688 p=,733	,2190 p=,272	,0103 p=,959	,6509 p=,000	,5663 p=,002	1,0000 p= ---	,3775 p=,052
N-NH ₃	-,1210 p=,548	-,3778 p=,052	,0251 p=,901	-,0855 p=,672	,6430 p=,000	-,0294 p=,884	-,5702 p=,002	,1745 p=,384	-,1468 p=,465	-,0052 p=,979	,3355 p=,087	,3775 p=,052	1,0000 p= ---
N-NO ₃ ⁻	-,4236 p=,028	-,3576 p=,067	-,1415 p=,481	-,4059 p=,036	,8410 p=,000	,2704 p=,173	-,7655 p=,000	,0778 p=,700	-,1381 p=,492	-,0451 p=,823	,3056 p=,121	-,0668 p=,740	,7672 p=,000
Norg	-,2078 p=,298	-,3751 p=,054	,3272 p=,096	-,3840 p=,048	,7409 p=,000	,3960 p=,041	-,7634 p=,000	,5371 p=,004	-,4228 p=,028	-,3773 p=,052	,4911 p=,009	-,2340 p=,240	,4344 p=,024
N-total	-,2270 p=,255	-,3855 p=,047	,3077 p=,118	-,3919 p=,043	,7635 p=,000	,3981 p=,040	-,7797 p=,000	,5218 p=,005	-,4121 p=,033	-,3596 p=,065	,4911 p=,009	-,2252 p=,259	,4646 p=,015
<i>M. aerug.</i>	-,2841 p=,151	-,7236 p=,000	,4950 p=,009	-,1109 p=,582	,5550 p=,003	,4105 p=,033	-,4679 p=,014	,6338 p=,000	-,0811 p=,688	,3201 p=,104	,4080 p=,035	,1486 p=,459	,2512 p=,206
<i>S. brasil.</i>	,3264 p=,097	,3533 p=,071	-,0970 p=,630	,0438 p=,828	-,0476 p=,814	-,4433 p=,021	,1684 p=,401	,2080 p=,298	-,6560 p=,000	-,4780 p=,012	-,2096 p=,294	-,4118 p=,033	,1831 p=,361
<i>P. mucic.</i>	-,1003 p=,619	-,3350 p=,088	,2843 p=,151	-,1349 p=,502	,7506 p=,000	-,0072 p=,971	-,6866 p=,000	,4700 p=,013	-,3246 p=,099	-,2387 p=,230	,2367 p=,235	-,0361 p=,858	,7858 p=,000
<i>D. spir.</i>	-,7055 p=,000	,2311 p=,246	-,4312 p=,025	-,6057 p=,001	,2604 p=,190	,3123 p=,113	-,6501 p=,000	-,4631 p=,015	,6199 p=,001	-,3588 p=,066	-,2646 p=,182	-,2870 p=,147	,3232 p=,100
<i>R. min.</i>	-,3525 p=,071	-,6217 p=,001	,1369 p=,496	-,2073 p=,299	,6029 p=,001	,3406 p=,082	-,5019 p=,008	,3983 p=,040	-,1673 p=,404	,2838 p=,151	,4793 p=,011	,3389 p=,084	,7275 p=,000
<i>kirchn.</i>	-,6654	-,4378	,1216	-,7375	,4309	,8742	-,6522	,5046	-,1727	-,2142	,5138	-,2356	,1724

	p=,000	p=,022	p=,546	p=,000	p=,025	p=,000	p=,000	p=,007	p=,389	p=,283	p=,006	p=,237	p=,390
S. ind.	-,3939	-,1174	,4817	-,3299	-,0509	,5893	-,4657	,2909	,4974	-,3340	,1507	,0130	-,2162
	p=,042	p=,560	p=,011	p=,093	p=,801	p=,001	p=,014	p=,141	p=,008	p=,089	p=,453	p=,949	p=,279
C. hirund.	-,3087	,4263	-,6324	-,3335	-,2473	,1098	,0744	-,5556	,1942	-,1607	-,1884	-,1286	,0532
	p=,117	p=,027	p=,000	p=,089	p=,214	p=,586	p=,712	p=,003	p=,332	p=,423	p=,347	p=,523	p=,792
Fito-total	-,1461	-,4043	-,2967	-,2032	,3003	,2477	-,0721	,0935	-,4469	,2957	,5409	,3243	,5427
	p=,467	p=,036	p=,133	p=,309	p=,128	p=,213	p=,721	p=,643	p=,019	p=,134	p=,004	p=,099	p=,003

Continuação:

	N-NO ₃ ⁻	Norg	N-total	M. aerug.	S. brasil.	P. mucic.	D. spir.	R. min.	kirchn.	S. ind.	C. hirund.	Fito-total
Temp. H2O	-,4236	-,2078	-,2270	-,2841	,3264	-,1003	-,7055	-,3525	-,6654	-,3939	-,3087	-,1461
	p=,028	p=,298	p=,255	p=,151	p=,097	p=,619	p=,000	p=,071	p=,000	p=,042	p=,117	p=,467
pH	-,3576	-,3751	-,3855	-,7236	,3533	-,3350	,2311	-,6217	-,4378	-,1174	,4263	-,4043
	p=,067	p=,054	p=,047	p=,000	p=,071	p=,088	p=,246	p=,001	p=,022	p=,560	p=,027	p=,036
OD	-,1415	,3272	,3077	,4950	-,0970	,2843	-,4312	,1369	,1216	,4817	-,6324	-,2967
	p=,481	p=,096	p=,118	p=,009	p=,630	p=,151	p=,025	p=,496	p=,546	p=,011	p=,000	p=,133
Conduct.	-,4059	-,3840	-,3919	-,1109	,0438	-,1349	-,6057	-,2073	-,7375	-,3299	-,3335	-,2032
	p=,036	p=,048	p=,043	p=,582	p=,828	p=,502	p=,001	p=,299	p=,000	p=,093	p=,089	p=,309
Turb.	,8410	,7409	,7635	,5550	-,0476	,7506	,2604	,6029	,4309	-,0509	-,2473	,3003
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,003	p=,814	p=,000	p=,190	p=,001	p=,025	p=,801	p=,214	p=,128
Eh	,2704	,3960	,3981	,4105	-,4433	-,0072	,3123	,3406	,8742	,5893	,1098	,2477
	p=,173	p=,041	p=,040	p=,033	p=,021	p=,971	p=,113	p=,082	p=,000	p=,001	p=,586	p=,213
Alcal.	-,7655	-,7634	-,7797	-,4679	,1684	-,6866	-,6501	-,5019	-,6522	-,4657	,0744	-,0721
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,014	p=,401	p=,000	p=,000	p=,008	p=,000	p=,014	p=,712	p=,721
Cloro-a	,0778	,5371	,5218	,6338	,2080	,4700	-,4631	,3983	,5046	,2909	-,5556	,0935
	p=,700	p=,004	p=,005	p=,000	p=,298	p=,013	p=,015	p=,040	p=,007	p=,141	p=,003	p=,643
COD	-,1381	-,4228	-,4121	-,0811	-,6560	-,3246	,6199	-,1673	-,1727	,4974	,1942	-,4469
	p=,492	p=,028	p=,033	p=,688	p=,000	p=,099	p=,001	p=,404	p=,389	p=,008	p=,332	p=,019
P-total	-,0451	-,3773	-,3596	,3201	-,4780	-,2387	-,3588	,2838	-,2142	-,3340	-,1607	,2957
	p=,823	p=,052	p=,065	p=,104	p=,012	p=,230	p=,066	p=,151	p=,283	p=,089	p=,423	p=,134
P-PO ₄ ³⁻	,3056	,4911	,4911	,4080	-,2096	,2367	-,2646	,4793	,5138	,1507	-,1884	,5409
	p=,121	p=,009	p=,009	p=,035	p=,294	p=,235	p=,182	p=,011	p=,006	p=,453	p=,347	p=,004
N-NO ₂ ⁻	-,0668	-,2340	-,2252	,1486	-,4118	-,0361	-,2870	,3389	-,2356	,0130	-,1286	,3243
	p=,740	p=,240	p=,259	p=,459	p=,033	p=,858	p=,147	p=,084	p=,237	p=,949	p=,523	p=,099
N-NH ₃	,7672	,4344	,4646	,2512	,1831	,7858	,3232	,7275	,1724	-,2162	,0532	,5427
	p=,000	p=,024	p=,015	p=,206	p=,361	p=,000	p=,100	p=,000	p=,390	p=,279	p=,792	p=,003
N-NO ₃ ⁻	1,0000	,6700	,7040	,4798	,0593	,7947	,5726	,6492	,4972	-,1899	-,0579	,4153
	p= ---	p=,000	p=,000	p=,011	p=,769	p=,000	p=,002	p=,000	p=,008	p=,343	p=,774	p=,031
Norg	,6700	1,0000	,9989	,4374	,3072	,7762	,1703	,4086	,7233	,2300	-,2293	,1684
	p=,000	p= ---	p=0,00	p=,023	p=,119	p=,000	p=,396	p=,034	p=,000	p=,248	p=,250	p=,401
N-total	,7040	,9989	1,0000	,4528	,2957	,7935	,1966	,4375	,7257	,2101	-,2221	,1893
	p=,000	p=0,00	p= ---	p=,018	p=,134	p=,000	p=,326	p=,022	p=,000	p=,293	p=,266	p=,344
M. aerug.	,4798	,4374	,4528	1,0000	-,3088	,5022	,1075	,5549	,5718	,2193	-,6484	,0101
	p=,011	p=,023	p=,018	p= ---	p=,117	p=,008	p=,594	p=,003	p=,002	p=,272	p=,000	p=,960
S. brasil.	,0593	,3072	,2957	-,3088	1,0000	,4058	-,3457	,0308	-,0555	-,4460	,1686	,1953
	p=,769	p=,119	p=,134	p=,117	p= ---	p=,036	p=,077	p=,879	p=,783	p=,020	p=,401	p=,329
P. mucic.	,7947	,7762	,7935	,5022	,4058	1,0000	,2484	,6183	,3924	-,0724	-,2775	,2089

	p=,000	p=,000	p=,000	p=,008	p=,036	p= ---	p=,211	p=,001	p=,043	p=,720	p=,161	p=,296
D. spir.	,5726 p=,002	,1703 p=,396	,1966 p=,326	,1075 p=,594	-,3457 p=,077	,2484 p=,211	1,0000 p= ---	,0622 p=,758	,2055 p=,304	,2091 p=,295	,0941 p=,641	-,1569 p=,434
R. min.	,6492 p=,000	,4086 p=,034	,4375 p=,022	,5549 p=,003	,0308 p=,879	,6183 p=,001	,0622 p=,758	1,0000 p= ---	,5263 p=,005	-,0707 p=,726	,1404 p=,485	,7010 p=,000
kirchn.	,4972 p=,008	,7233 p=,000	,7257 p=,000	,5718 p=,002	-,0555 p=,783	,3924 p=,043	,2055 p=,304	,5263 p=,005	1,0000 p= ---	,4281 p=,026	-,0288 p=,887	,3233 p=,100
S. ind.	-,1899 p=,343	,2300 p=,248	,2101 p=,293	,2193 p=,272	-,4460 p=,020	-,0724 p=,720	,2091 p=,295	-,0707 p=,726	,4281 p=,026	1,0000 p= ---	-,1366 p=,497	-,4286 p=,026
C. hirund.	-,0579 p=,774	-,2293 p=,250	-,2221 p=,266	-,6484 p=,000	,1686 p=,401	-,2775 p=,161	,0941 p=,641	,1404 p=,485	-,0288 p=,887	-,1366 p=,497	1,0000 p= ---	,4934 p=,009
Fito- total	,4153 p=,031	,1684 p=,401	,1893 p=,344	,0101 p=,960	,1953 p=,329	,2089 p=,296	-,1569 p=,434	,7010 p=,000	,3233 p=,100	-,4286 p=,026	,4934 p=,009	1,0000 p= ---

APÊNDICE J - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em fevereiro de 2013 no reservatório de Santiago. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Conduct.	Turb.	Eh	Alcal	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₃
Temp. H2O	1,0000 p= ---	,2628 p=,185	,4329 p=,024	,4322 p=,024	-,3070 p=,119	,0716 p=,723	,5084 p=,007	,1301 p=,518	-,5025 p=,008	-,3953 p=,041	,0471 p=,815	,0371 p=,854	,2803 p=,157
pH	,2628 p=,185	1,0000 p= ---	,4257 p=,027	,2556 p=,198	-,5351 p=,004	,2264 p=,256	,2729 p=,168	,6726 p=,000	-,0926 p=,646	-,0120 p=,952	-,1412 p=,482	,0555 p=,783	-,4922 p=,009
OD	,4329 p=,024	,4257 p=,027	1,0000 p= ---	,6837 p=,000	-,2366 p=,235	-,2775 p=,161	,7489 p=,000	,3063 p=,120	-,0159 p=,937	-,0819 p=,684	,1812 p=,366	,2612 p=,188	,3170 p=,107
Conduct.	,4322 p=,024	,2556 p=,198	,6837 p=,000	1,0000 p= ---	-,4762 p=,012	-,0210 p=,917	,3937 p=,042	,1846 p=,357	-,3296 p=,093	,0941 p=,641	,1416 p=,481	,4754 p=,012	,2509 p=,207
Turb.	-,3070 p=,119	-,5351 p=,004	-,2366 p=,235	-,4762 p=,012	1,0000 p= ---	,1644 p=,413	,1698 p=,397	-,0850 p=,673	,6531 p=,000	,3126 p=,112	-,1326 p=,510	-,3183 p=,106	-,4419 p=,021
Eh	,0716 p=,723	,2264 p=,256	-,2775 p=,161	-,0210 p=,917	,1644 p=,413	1,0000 p= ---	,1455 p=,469	,2208 p=,268	,2044 p=,307	,4643 p=,015	,1679 p=,403	,3951 p=,041	-,0938 p=,642
Alcal.	,5084 p=,007	,2729 p=,168	,7489 p=,000	,3937 p=,042	,1698 p=,397	,1455 p=,469	1,0000 p= ---	,3073 p=,119	,0117 p=,954	,1783 p=,374	,0873 p=,665	,2187 p=,273	,4205 p=,029
Cloro-a	,1301 p=,518	,6726 p=,000	,3063 p=,120	,1846 p=,357	-,0850 p=,673	,2208 p=,268	,3073 p=,119	1,0000 p= ---	,1658 p=,409	,5108 p=,006	-,4955 p=,009	-,2146 p=,282	,3522 p=,072
COD	-,5025 p=,008	-,0926 p=,646	-,0159 p=,937	-,3296 p=,093	,6531 p=,000	,2044 p=,307	,0117 p=,954	,1658 p=,409	1,0000 p= ---	,3237 p=,100	,2179 p=,275	,0116 p=,954	-,6677 p=,000
P-total	-,3953 p=,041	-,0120 p=,952	-,0819 p=,684	,0941 p=,641	,3126 p=,112	,4643 p=,015	,1783 p=,374	,5108 p=,006	,3237 p=,100	1,0000 p= ---	-,2066 p=,301	,2085 p=,297	,1082 p=,591
P-PO ₄ ³⁻	,0471 p=,815	-,1412 p=,482	,1812 p=,366	,1416 p=,481	-,1326 p=,510	,1679 p=,403	,0873 p=,665	-,4955 p=,009	,2179 p=,275	-,2066 p=,301	1,0000 p= ---	,8161 p=,000	-,4371 p=,023
N-NO ₂ ⁻	,0371 p=,854	,0555 p=,783	,2612 p=,188	,4754 p=,012	-,3183 p=,106	,3951 p=,041	,2187 p=,273	-,2146 p=,282	,0116 p=,954	,2085 p=,297	,8161 p=,000	1,0000 p= ---	-,0801 p=,691
N-NH ₃	,2803 p=,157	-,4922 p=,009	,3170 p=,107	,2509 p=,207	-,4419 p=,021	-,0938 p=,642	,4205 p=,029	,3522 p=,072	-,6677 p=,000	,1082 p=,591	-,4371 p=,023	-,0801 p=,691	1,0000 p= ---
N-NO ₃ ⁻	,0066 p=,974	,3202 p=,103	-,0977 p=,628	,3329 p=,090	-,0101 p=,960	,7973 p=,000	,1369 p=,496	,2551 p=,199	-,0255 p=,900	,4735 p=,013	-,1187 p=,555	,3009 p=,127	,1597 p=,426
Norg	,7462 p=,000	,1794 p=,371	,2739 p=,167	,7156 p=,000	-,4223 p=,028	,2186 p=,273	,3350 p=,088	,1384 p=,491	-,7015 p=,000	-,0122 p=,952	-,1455 p=,469	,1879 p=,348	-,4421 p=,021
N-total	,6422 p=,000	,2425 p=,223	,2158 p=,280	,7012 p=,000	-,3719 p=,056	,3849 p=,047	,3268 p=,096	,1876 p=,349	-,6164 p=,001	,1103 p=,584	-,1607 p=,423	,2362 p=,236	,4340 p=,024
<i>M. aerug.</i>	,3753 p=,054	,6520 p=,000	,4993 p=,008	,0722 p=,721	-,5320 p=,004	-,3083 p=,118	,3740 p=,055	,1557 p=,438	-,4284 p=,026	-,4682 p=,014	-,0387 p=,848	-,0666 p=,741	,6861 p=,000
<i>S. brasil.</i>	,2588 p=,192	,2276 p=,254	,6596 p=,000	,9209 p=,000	-,4420 p=,021	-,0994 p=,622	,2407 p=,226	,2766 p=,163	-,0754 p=,709	,1676 p=,403	,2234 p=,263	,4813 p=,011	,0165 p=,935
<i>P. mucic.</i>	,6675 p=,000	,2517 p=,205	,5435 p=,003	,5145 p=,006	-,3052 p=,122	,0846 p=,675	,7587 p=,000	,1097 p=,586	-,6163 p=,001	,0250 p=,902	,0320 p=,874	,3052 p=,122	,7405 p=,000
<i>D. spir.</i>	-,3244 p=,099	-,5661 p=,002	,2096 p=,294	,1047 p=,603	,6452 p=,000	-,3246 p=,099	,2597 p=,191	-,2453 p=,218	,3137 p=,111	,2186 p=,273	-,1293 p=,520	-,1480 p=,461	-,1635 p=,415
<i>R. min.</i>	,5684 p=,002	-,2788 p=,159	,1188 p=,555	,4936 p=,009	-,2362 p=,236	-,0197 p=,922	,0554 p=,784	,0096 p=,962	-,3420 p=,081	,0269 p=,894	,1711 p=,393	,2483 p=,212	-,1247 p=,536
<i>kirchn.</i>	,0518 p=,798	,3419 p=,081	,4502 p=,018	,4021 p=,038	-,1501 p=,455	-,2766 p=,163	-,0609 p=,763	,1973 p=,324	,2717 p=,170	-,3225 p=,101	-,0531 p=,792	-,1596 p=,427	-,2856 p=,149

<i>S. ind.</i>	-,6339 p=,000	,2434 p=,221	-,1151 p=,567	-,4846 p=,010	,2359 p=,236	-,0215 p=,915	-,1118 p=,579	-,0383 p=,849	,4069 p=,035	-,0289 p=,886	-,1146 p=,569	-,2152 p=,281	,0388 p=,848
Fito-total	,4286 p=,026	,6711 p=,000	,7601 p=,000	,7764 p=,000	-,5146 p=,006	,0215 p=,915	,4464 p=,020	,6714 p=,000	-,0880 p=,663	,1770 p=,377	,0151 p=,940	,2954 p=,135	,3148 p=,110

Continuação:

	N-NO ₃ ⁻	Norg	N-total	<i>M. aerug.</i>	<i>S. brasil.</i>	<i>P. mucic.</i>	<i>D. spir.</i>	<i>R. min.</i>	<i>kirchn.</i>	<i>S. ind.</i>	Fito-total
Temp. H ₂ O	,0066 p=,974	,7462 p=,000	,6422 p=,000	,3753 p=,054	,2588 p=,192	,6675 p=,000	-,3244 p=,099	,5684 p=,002	,0518 p=,798	-,6339 p=,000	,4286 p=,026
pH	,3202 p=,103	,1794 p=,371	,2425 p=,223	,6520 p=,000	,2276 p=,254	,2517 p=,205	-,5661 p=,002	-,2788 p=,159	,3419 p=,081	,2434 p=,221	,6711 p=,000
OD	-,0977 p=,628	,2739 p=,167	,2158 p=,280	,4993 p=,008	,6596 p=,000	,5435 p=,003	,2096 p=,294	,1188 p=,555	,4502 p=,018	-,1151 p=,567	,7601 p=,000
Conduct.	,3329 p=,090	,7156 p=,000	,7012 p=,000	,0722 p=,721	,9209 p=,000	,5145 p=,006	,1047 p=,603	,4936 p=,009	,4021 p=,038	-,4846 p=,010	,7764 p=,000
Turb.	-,0101 p=,960	-,4223 p=,028	-,3719 p=,056	-,5320 p=,004	-,4420 p=,021	-,3052 p=,122	,6452 p=,000	-,2362 p=,236	-,1501 p=,455	,2359 p=,236	-,5146 p=,006
Eh	,7973 p=,000	,2186 p=,273	,3849 p=,047	-,3083 p=,118	-,0994 p=,622	,0846 p=,675	-,3246 p=,099	-,0197 p=,922	-,2766 p=,163	-,0215 p=,915	,0215 p=,915
Alcal.	,1369 p=,496	,3350 p=,088	,3268 p=,096	,3740 p=,055	,2407 p=,226	,7587 p=,000	,2597 p=,191	,0554 p=,784	-,0609 p=,763	-,1118 p=,579	,4464 p=,020
Cloro-a	,2551 p=,199	,1384 p=,491	,1876 p=,349	,1557 p=,438	,2766 p=,163	,1097 p=,586	-,2453 p=,218	,0096 p=,962	,1973 p=,324	-,0383 p=,849	,6714 p=,000
COD	-,0255 p=,900	-,7015 p=,000	-,6164 p=,001	-,4284 p=,026	-,0754 p=,709	-,6163 p=,001	,3137 p=,111	-,3420 p=,081	,2717 p=,170	,4069 p=,035	-,0880 p=,663
P-total	,4735 p=,013	-,0122 p=,952	,1103 p=,584	-,4682 p=,014	,1676 p=,403	,0250 p=,902	,2186 p=,273	,0269 p=,894	-,3225 p=,101	-,0289 p=,886	,1770 p=,377
P-PO ₄ ³⁻	-,1187 p=,555	-,1455 p=,469	-,1607 p=,423	-,0387 p=,848	,2234 p=,263	,0320 p=,874	-,1293 p=,520	,1711 p=,393	-,0531 p=,792	-,1146 p=,569	,0151 p=,940
N-NO ₂ ⁻	,3009 p=,127	,1879 p=,348	,2362 p=,236	-,0666 p=,741	,4813 p=,011	,3052 p=,122	-,1480 p=,461	,2483 p=,212	-,1596 p=,427	-,2152 p=,281	,2954 p=,135
N-NH ₃	,1597 p=,426	,4421 p=,021	,4340 p=,024	,6861 p=,000	,0165 p=,935	,7405 p=,000	-,1635 p=,415	-,1247 p=,536	-,2856 p=,149	,0388 p=,848	,3148 p=,110
N-NO ₃ ⁻	1,0000 p= ---	,4484 p=,019	,6382 p=,000	-,2377 p=,233	,1605 p=,424	,1762 p=,379	-,0745 p=,712	-,1165 p=,563	,0173 p=,932	,0742 p=,713	,1928 p=,335
Norg	,4484 p=,019	1,0000 p= ---	,9742 p=,000	,0904 p=,654	,4734 p=,013	,6993 p=,000	-,1702 p=,396	,6122 p=,001	-,0128 p=,949	-,6763 p=,000	,4627 p=,015
N-total	,6382 p=,000	,9742 p=,000	1,0000 p= ---	,0288 p=,887	,4472 p=,019	,6531 p=,000	-,1658 p=,408	,4906 p=,009	-,0088 p=,965	-,5571 p=,003	,4501 p=,018
<i>M. aerug.</i>	-,2377 p=,233	,0904 p=,654	,0288 p=,887	1,0000 p= ---	-,0624 p=,757	,5133 p=,006	-,3564 p=,068	-,3127 p=,112	,0630 p=,755	,2622 p=,186	,3067 p=,120
<i>S. brasil.</i>	,1605 p=,424	,4734 p=,013	,4472 p=,019	-,0624 p=,757	1,0000 p= ---	,2428 p=,222	,0754 p=,709	,5333 p=,004	,5073 p=,007	-,4851 p=,010	,8313 p=,000
<i>P. mucic.</i>	,1762 p=,379	,6993 p=,000	,6531 p=,000	,5133 p=,006	,2428 p=,222	1,0000 p= ---	-,0488 p=,809	,2884 p=,145	-,3330 p=,090	-,3707 p=,057	,3906 p=,044
<i>D. spir.</i>	-,0745 p=,712	-,1702 p=,396	-,1658 p=,408	-,3564 p=,068	,0754 p=,709	-,0488 p=,809	1,0000 p= ---	-,1423 p=,479	,1352 p=,501	,1688 p=,400	-,2215 p=,267
<i>R. min.</i>	-,1165	,6122	,4906	-,3127	,5333	,2884	-,1423	1,0000	-,0997	-,9922	,3396

	p=,563	p=,001	p=,009	p=,112	p=,004	p=,145	p=,479	p= ---	p=,621	p=0,00	p=,083
<i>kirchn.</i>	,0173	-,0128	-,0088	,0630	,5073	-,3330	,1352	-,0997	1,0000	,1551	,4710
	p=,932	p=,949	p=,965	p=,755	p=,007	p=,090	p=,501	p=,621	p= ---	p=,440	p=,013
<i>S. ind.</i>	,0742	-,6763	-,5571	,2622	-,4851	-,3707	,1688	-,9922	,1551	1,0000	-,3342
	p=,713	p=,000	p=,003	p=,186	p=,010	p=,057	p=,400	p=0,00	p=,440	p= ---	p=,088
Fito-total	,1928	,4627	,4501	,3067	,8313	,3906	-,2215	,3396	,4710	-,3342	1,0000
	p=,335	p=,015	p=,018	p=,120	p=,000	p=,044	p=,267	p=,083	p=,013	p=,088	p= ---

APÊNDICE L - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em outubro de 2013 no reservatório de Santiago. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H ₂ O	pH	OD	Conduct.	Turb.	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻
Temp. H ₂ O	1,0000 p= ---	-,0475 p=,814	,0319 p=,874	,5463 p=,003	-,1700 p=,397	,3564 p=,068	-,2939 p=,137	,0851 p=,673	,2094 p=,295	-,1670 p=,405	-,1161 p=,564
pH	-,0475 p=,814	1,0000 p= ---	,7633 p=,000	,0915 p=,650	,8546 p=,000	-,1942 p=,332	,7973 p=,000	,6080 p=,001	,6179 p=,001	,1698 p=,397	,5060 p=,007
OD	,0319 p=,874	,7633 p=,000	1,0000 p= ---	,5483 p=,003	,8667 p=,000	-,0310 p=,878	,6912 p=,000	,8374 p=,000	,6536 p=,000	,1093 p=,587	,5325 p=,004
Conduct.	,5463 p=,003	,0915 p=,650	,5483 p=,003	1,0000 p= ---	,2991 p=,130	,4337 p=,024	,1296 p=,519	,7340 p=,000	,4865 p=,010	-,4248 p=,027	,1983 p=,321
Turb.	-,1700 p=,397	,8546 p=,000	,8667 p=,000	,2991 p=,130	1,0000 p= ---	-,2009 p=,315	,8596 p=,000	,8107 p=,000	,5718 p=,002	,2270 p=,255	,3799 p=,051
Alcal.	,3564 p=,068	-,1942 p=,332	-,0310 p=,878	,4337 p=,024	-,2009 p=,315	1,0000 p= ---	-,4506 p=,018	,1663 p=,407	,2911 p=,141	-,6610 p=,000	,2577 p=,194
Cloro-a	-,2939 p=,137	,7973 p=,000	,6912 p=,000	,1296 p=,519	,8596 p=,000	-,4506 p=,018	1,0000 p= ---	,6743 p=,000	,6208 p=,001	,1559 p=,437	,3119 p=,113
COD	,0851 p=,673	,6080 p=,001	,8374 p=,000	,7340 p=,000	,8107 p=,000	,1663 p=,407	,6743 p=,000	1,0000 p= ---	,7077 p=,000	-,1679 p=,402	,5288 p=,005
P-total	,2094 p=,295	,6179 p=,001	,6536 p=,000	,4865 p=,010	,5718 p=,002	,2911 p=,141	,6208 p=,001	,7077 p=,000	1,0000 p= ---	-,3072 p=,119	,5370 p=,004
P-PO ₄ ³⁻	-,1670 p=,405	,1698 p=,397	,1093 p=,587	-,4248 p=,027	,2270 p=,255	-,6610 p=,000	,1559 p=,437	-,1679 p=,402	-,3072 p=,119	1,0000 p= ---	-,0252 p=,901
N-NO ₂ ⁻	-,1161 p=,564	,5060 p=,007	,5325 p=,004	,1983 p=,321	,3799 p=,051	,2577 p=,194	,3119 p=,113	,5288 p=,005	,5370 p=,004	-,0252 p=,901	1,0000 p= ---
N-NH ₃	,4704 p=,013	-,2123 p=,288	-,1438 p=,474	,3973 p=,040	-,1199 p=,551	,4225 p=,028	-,3160 p=,108	,0066 p=,974	-,1279 p=,525	-,5154 p=,006	-,5941 p=,001
N-NO ₃ ⁻	-,4760 p=,012	-,3466 p=,077	-,2377 p=,233	-,1078 p=,592	-,0935 p=,643	-,3063 p=,120	,0615 p=,760	-,1715 p=,392	-,3714 p=,056	-,2243 p=,261	-,6628 p=,000
Norg	-,0370 p=,854	,3198 p=,104	,2051 p=,305	-,2046 p=,306	,1204 p=,550	-,1402 p=,485	,1803 p=,368	,0854 p=,672	,2748 p=,165	,4752 p=,012	,7410 p=,000
N-total	,0288 p=,887	,1048 p=,603	,0023 p=,991	-,0055 p=,978	-,0841 p=,677	,7849 p=,000	-,2678 p=,177	-,0309 p=,878	,2799 p=,157	-,5702 p=,002	,2600 p=,190
M. aerug.	-,0337 p=,867	-,0414 p=,838	-,0519 p=,797	,2719 p=,170	-,1513 p=,451	,3301 p=,093	,1544 p=,442	,2425 p=,223	,4933 p=,009	-,7630 p=,000	,3498 p=,074
S. brasil.	,0817 p=,685	,2002 p=,317	,2975 p=,132	,2086 p=,296	,1649 p=,411	,3151 p=,109	,2816 p=,155	,3406 p=,082	,7868 p=,000	-,1226 p=,542	,5630 p=,002
R. min.	,0842 p=,676	,3691 p=,058	,3174 p=,107	-,0225 p=,911	,3624 p=,063	-,3767 p=,053	,2868 p=,147	,2738 p=,167	,0605 p=,764	,7309 p=,000	,4851 p=,010
kirchn.	,2321 p=,244	-,4492 p=,019	-,5933 p=,001	-,1279 p=,525	-,4591 p=,016	-,2095 p=,294	-,2720 p=,170	-,4888 p=,010	-,4260 p=,027	-,2343 p=,239	-,9063 p=,000
C. hirund.	,4052 p=,036	,5370 p=,004	,4522 p=,018	,4009 p=,038	,4304 p=,025	,5603 p=,002	,2455 p=,217	,5913 p=,001	,7363 p=,000	-,1724 p=,390	,6595 p=,000
Fito-total	,0441 p=,827	,0694 p=,731	,0726 p=,719	,1639 p=,414	-,0560 p=,781	,3594 p=,066	,2032 p=,309	,2067 p=,301	,7268 p=,000	-,4627 p=,015	,4509 p=,018

Continuação:

	N-NH ₃	N-NO ₃ ⁻	Norg	Ntotal	M. aerug.	S. brasil.	R. min.	kirchn.	C. hirund.	Fito-total
Temp. H ₂ O	,4704 p=,013	-,4760 p=,012	-,0370 p=,854	,0288 p=,887	-,0337 p=,867	,0817 p=,685	,0842 p=,676	,2321 p=,244	,4052 p=,036	,0441 p=,827
pH	-,2123 p=,288	-,3466 p=,077	,3198 p=,104	,1048 p=,603	-,0414 p=,838	,2002 p=,317	,3691 p=,058	-,4492 p=,019	,5370 p=,004	,0694 p=,731
OD	-,1438 p=,474	-,2377 p=,233	,2051 p=,305	,0023 p=,991	-,0519 p=,797	,2975 p=,132	,3174 p=,107	-,5933 p=,001	,4522 p=,018	,0726 p=,719
Conduct.	,3973 p=,040	-,1078 p=,592	-,2046 p=,306	-,0055 p=,978	,2719 p=,170	,2086 p=,296	-,0225 p=,911	-,1279 p=,525	,4009 p=,038	,1639 p=,414
Turb.	-,1199 p=,551	-,0935 p=,643	,1204 p=,550	-,0841 p=,677	-,1513 p=,451	,1649 p=,411	,3624 p=,063	-,4591 p=,016	,4304 p=,025	-,0560 p=,781
Alcal.	,4225 p=,028	-,3063 p=,120	-,1402 p=,485	,7849 p=,000	,3301 p=,093	,3151 p=,109	-,3767 p=,053	-,2095 p=,294	,5603 p=,002	,3594 p=,066
Cloro-a	-,3160 p=,108	,0615 p=,760	,1803 p=,368	-,2678 p=,177	,1544 p=,442	,2816 p=,155	,2868 p=,147	-,2720 p=,170	,2455 p=,217	,2032 p=,309
COD	,0066 p=,974	-,1715 p=,392	,0854 p=,672	-,0309 p=,878	,2425 p=,223	,3406 p=,082	,2738 p=,167	-,4888 p=,010	,5913 p=,001	,2067 p=,301
P-total	-,1279 p=,525	-,3714 p=,056	,2748 p=,165	,2799 p=,157	,4933 p=,009	,7868 p=,000	,0605 p=,764	-,4260 p=,027	,7363 p=,000	,7268 p=,000
P-PO ₄ ³⁻	-,5154 p=,006	-,2243 p=,261	,4752 p=,012	-,5702 p=,002	-,7630 p=,000	-,1226 p=,542	,7309 p=,000	-,2343 p=,239	-,1724 p=,390	-,4627 p=,015
N-NO ₂ ⁻	-,5941 p=,001	-,6628 p=,000	,7410 p=,000	,2600 p=,190	,3498 p=,074	,5630 p=,002	,4851 p=,010	-,9063 p=,000	,6595 p=,000	,4509 p=,018
N-NH ₃	1,0000 p= ---	,3534 p=,071	-,8594 p=,000	,2888 p=,144	-,0935 p=,643	-,4690 p=,014	-,6079 p=,001	,6262 p=,000	-,0429 p=,832	-,3307 p=,092
N-NO ₃ ⁻	,3534 p=,071	1,0000 p= ---	-,7789 p=,000	-,2120 p=,288	,0421 p=,835	-,4829 p=,011	-,6323 p=,000	,6093 p=,001	-,7674 p=,000	-,2706 p=,172
Norg	-,8594 p=,000	-,7789 p=,000	1,0000 p= ---	-,1196 p=,552	,0445 p=,826	,5630 p=,002	,7713 p=,000	-,7227 p=,000	,4382 p=,022	,3603 p=,065
N-total	,2888 p=,144	-,2120 p=,288	-,1196 p=,552	1,0000 p= ---	,2376 p=,233	,2224 p=,265	-,5169 p=,006	-,2191 p=,272	,4363 p=,023	,3157 p=,109
M. aerug.	-,0935 p=,643	,0421 p=,835	,0445 p=,826	,2376 p=,233	1,0000 p= ---	,4871 p=,010	-,3371 p=,086	-,0264 p=,896	,2222 p=,265	,7979 p=,000
S. brasil.	-,4690 p=,014	-,4829 p=,011	,5630 p=,002	,2224 p=,265	,4871 p=,010	1,0000 p= ---	,1586 p=,430	-,5377 p=,004	,6011 p=,001	,8923 p=,000
R. min.	-,6079 p=,001	-,6323 p=,000	,7713 p=,000	-,5169 p=,006	-,3371 p=,086	,1586 p=,430	1,0000 p= ---	-,5434 p=,003	,3388 p=,084	-,1491 p=,458
kirchn.	,6262 p=,000	,6093 p=,001	-,7227 p=,000	-,2191 p=,272	-,0264 p=,896	-,5377 p=,004	-,5434 p=,003	1,0000 p= ---	-,5711 p=,002	-,2758 p=,164
C. hirund.	-,0429 p=,832	-,7674 p=,000	,4382 p=,022	,4363 p=,023	,2222 p=,265	,6011 p=,001	,3388 p=,084	-,5711 p=,002	1,0000 p= ---	,4497 p=,019
Fito-total	-,3307 p=,092	-,2706 p=,172	,3603 p=,065	,3157 p=,109	,7979 p=,000	,8923 p=,000	-,1491 p=,458	-,2758 p=,164	,4497 p=,019	1,0000 p= ---

APÊNDICE M - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em novembro de 2012 no reservatório de Caxias. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Condut.	Turb.	Eh	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total
Temp. H2O	1,0000 p= ---	-,2081 p=,298	-,0279 p=,890	,7977 p=,000	-,3123 p=,113	,2188 p=,273	-,5441 p=,003	-,1259 p=,532	-,2317 p=,245	,3598 p=,065
pH	-,2081 p=,298	1,0000 p= ---	-,3492 p=,074	,2680 p=,176	-,0867 p=,667	,5738 p=,002	-,4358 p=,023	-,4232 p=,028	-,4523 p=,018	-,1994 p=,319
OD	-,0279 p=,890	-,3492 p=,074	1,0000 p= ---	-,4418 p=,021	,4174 p=,030	-,1988 p=,320	,1804 p=,368	,1727 p=,389	,5126 p=,006	,3942 p=,042
Condut.	,7977 p=,000	,2680 p=,176	-,4418 p=,021	1,0000 p= ---	-,4088 p=,034	,5898 p=,001	-,6746 p=,000	-,2774 p=,161	-,6008 p=,001	,0550 p=,785
Turb.	-,3123 p=,113	-,0867 p=,667	,4174 p=,030	-,4088 p=,034	1,0000 p= ---	-,1006 p=,618	,2508 p=,207	-,4078 p=,035	,3863 p=,047	-,1206 p=,549
Eh	,2188 p=,273	,5738 p=,002	-,1988 p=,320	,5898 p=,001	-,1006 p=,618	1,0000 p= ---	-,6006 p=,001	-,3539 p=,070	-,5936 p=,001	-,0359 p=,859
Alcal.	-,5441 p=,003	-,4358 p=,023	,1804 p=,368	-,6746 p=,000	,2508 p=,207	-,6006 p=,001	1,0000 p= ---	,4056 p=,036	,7652 p=,000	-,2841 p=,151
Cloro-a	-,1259 p=,532	-,4232 p=,028	,1727 p=,389	-,2774 p=,161	-,4078 p=,035	-,3539 p=,070	,4056 p=,036	1,0000 p= ---	,0295 p=,884	-,3803 p=,050
COD	-,2317 p=,245	-,4523 p=,018	,5126 p=,006	-,6008 p=,001	,3863 p=,047	-,5936 p=,001	,7652 p=,000	,0295 p=,884	1,0000 p= ---	,2750 p=,165
P-total	,3598 p=,065	-,1994 p=,319	,3942 p=,042	,0550 p=,785	-,1206 p=,549	-,0359 p=,859	-,2841 p=,151	-,3803 p=,050	,2750 p=,165	1,0000 p= ---
N-NO ₃ ⁻	,6273 p=,000	-,3158 p=,109	-,0786 p=,697	,5183 p=,006	-,0987 p=,624	,0546 p=,787	-,5957 p=,001	-,0083 p=,967	-,5602 p=,002	,1141 p=,571
Norg	-,8611 p=,000	,1230 p=,541	,2967 p=,133	-,7738 p=,000	,2674 p=,178	-,2885 p=,144	,4874 p=,010	,0133 p=,948	,4001 p=,039	,0802 p=,691
N-total	-,8118 p=,000	,0661 p=,743	,3103 p=,115	-,7360 p=,000	,2702 p=,173	-,3032 p=,124	,3972 p=,040	,0130 p=,949	,3060 p=,121	,1174 p=,560
<i>S. brasil.</i>	,3401 p=,083	-,0475 p=,814	-,6156 p=,001	,3670 p=,060	-,6554 p=,000	-,0204 p=,920	-,1887 p=,346	,4085 p=,034	-,4332 p=,024	-,3499 p=,074
<i>P. mucic.</i>	-,3844 p=,048	,4229 p=,028	-,4879 p=,010	,1048 p=,603	-,1890 p=,345	,3400 p=,083	,2666 p=,179	,2994 p=,129	-,2908 p=,141	-,7902 p=,000
<i>D. spir.</i>	,2565 p=,197	-,4321 p=,024	,2960 p=,134	,1320 p=,512	,0325 p=,872	-,1752 p=,382	-,0494 p=,807	-,0602 p=,765	,0621 p=,758	,4748 p=,012
<i>R. min.</i>	-,2280 p=,253	-,1496 p=,456	,7962 p=,000	-,4583 p=,016	,8146 p=,000	-,1827 p=,362	,3475 p=,076	-,0633 p=,754	,5482 p=,003	-,0104 p=,959
<i>kirchn.</i>	-,0481 p=,812	,3581 p=,067	-,4180 p=,030	,2625 p=,186	-,5794 p=,002	,5019 p=,008	-,0182 p=,928	,4113 p=,033	-,3737 p=,055	-,4643 p=,015
<i>S. ind.</i>	-,3118 p=,113	,4618 p=,015	-,4338 p=,024	,1612 p=,422	-,2168 p=,277	,3544 p=,070	,2349 p=,238	,3085 p=,117	-,2783 p=,160	-,7650 p=,000
Fito-total	,4653 p=,014	,1234 p=,540	-,5980 p=,001	,6735 p=,000	-,8614 p=,000	,4364 p=,023	-,4804 p=,011	,2211 p=,268	-,6725 p=,000	-,0251 p=,901

Continuação:

	N-NO ₃ ⁻	Norg	Ntotal	<i>S. brasil.</i>	<i>P. mucic.</i>	<i>D. spir.</i>	<i>R. min.</i>	<i>kirchn.</i>	<i>S. ind.</i>	Fito-total
Temp. H ₂ O	,6273 p=,000	-,8611 p=,000	-,8118 p=,000	,3401 p=,083	-,3844 p=,048	,2565 p=,197	-,2280 p=,253	-,0481 p=,812	-,3118 p=,113	,4653 p=,014
pH	-,3158 p=,109	,1230 p=,541	,0661 p=,743	-,0475 p=,814	,4229 p=,028	-,4321 p=,024	-,1496 p=,456	,3581 p=,067	,4618 p=,015	,1234 p=,540
OD	-,0786 p=,697	,2967 p=,133	,3103 p=,115	-,6156 p=,001	-,4879 p=,010	,2960 p=,134	,7962 p=,000	-,4180 p=,030	-,4338 p=,024	-,5980 p=,001
Conduct.	,5183 p=,006	-,7738 p=,000	-,7360 p=,000	,3670 p=,060	,1048 p=,603	,1320 p=,512	-,4583 p=,016	,2625 p=,186	,1612 p=,422	,6735 p=,000
Turb.	-,0987 p=,624	,2674 p=,178	,2702 p=,173	-,6554 p=,000	-,1890 p=,345	,0325 p=,872	,8146 p=,000	-,5794 p=,002	-,2168 p=,277	-,8614 p=,000
Eh	,0546 p=,787	-,2885 p=,144	-,3032 p=,124	-,0204 p=,920	,3400 p=,083	-,1752 p=,382	-,1827 p=,362	,5019 p=,008	,3544 p=,070	,4364 p=,023
Alcal.	-,5957 p=,001	,4874 p=,010	,3972 p=,040	-,1887 p=,346	,2666 p=,179	-,0494 p=,807	,3475 p=,076	-,0182 p=,928	,2349 p=,238	-,4804 p=,011
Cloro-a	-,0083 p=,967	,0133 p=,948	,0130 p=,949	,4085 p=,034	,2994 p=,129	-,0602 p=,765	-,0633 p=,754	,4113 p=,033	,3085 p=,117	,2211 p=,268
COD	-,5602 p=,002	,4001 p=,039	,3060 p=,121	-,4332 p=,024	-,2908 p=,141	,0621 p=,758	,5482 p=,003	-,3737 p=,055	-,2783 p=,160	-,6725 p=,000
P-total	,1141 p=,571	,0802 p=,691	,1174 p=,560	-,3499 p=,074	-,7902 p=,000	,4748 p=,012	-,0104 p=,959	-,4643 p=,015	-,7650 p=,000	-,0251 p=,901
N-NO ₃ ⁻	1,0000 p= ---	-,5784 p=,002	-,4044 p=,036	,2438 p=,220	-,3747 p=,054	,5061 p=,007	-,2081 p=,298	-,3257 p=,097	-,3807 p=,050	,3429 p=,080
Norg	-,5784 p=,002	1,0000 p= ---	,9799 p=0,00	-,6394 p=,000	,0856 p=,671	,1352 p=,501	,3327 p=,090	-,2233 p=,263	,0448 p=,824	-,5496 p=,003
N-total	-,4044 p=,036	,9799 p=0,00	1,0000 p= ---	-,6567 p=,000	,0098 p=,961	,2760 p=,163	,3178 p=,106	-,3240 p=,099	-,0372 p=,854	-,5263 p=,005
<i>S. brasil.</i>	,2438 p=,220	-,6394 p=,000	-,6567 p=,000	1,0000 p= ---	,2274 p=,254	-,4680 p=,014	-,7330 p=,000	,5654 p=,002	,2184 p=,274	,7303 p=,000
<i>P. mucic.</i>	-,3747 p=,054	,0856 p=,671	,0098 p=,961	,2274 p=,254	1,0000 p= ---	-,3711 p=,057	-,2029 p=,310	,7435 p=,000	,9887 p=0,00	,2758 p=,164
<i>D. spir.</i>	,5061 p=,007	,1352 p=,501	,2760 p=,163	-,4680 p=,014	-,3711 p=,057	1,0000 p= ---	,1353 p=,501	-,5840 p=,001	-,3666 p=,060	-,0725 p=,719
<i>R. min.</i>	-,2081 p=,298	,3327 p=,090	,3178 p=,106	-,7330 p=,000	-,2029 p=,310	,1353 p=,501	1,0000 p= ---	-,4826 p=,011	-,1627 p=,417	-,8783 p=,000
<i>kirchn.</i>	-,3257 p=,097	-,2233 p=,263	-,3240 p=,099	,5654 p=,002	,7435 p=,000	-,5840 p=,001	-,4826 p=,011	1,0000 p= ---	,7532 p=,000	,6492 p=,000
<i>S. ind.</i>	-,3807 p=,050	,0448 p=,824	-,0372 p=,854	,2184 p=,274	,9887 p=0,00	-,3666 p=,060	-,1627 p=,417	,7532 p=,000	1,0000 p= ---	,2752 p=,165
Fito-total	,3429 p=,080	-,5496 p=,003	-,5263 p=,005	,7303 p=,000	,2758 p=,164	-,0725 p=,719	-,8783 p=,000	,6492 p=,000	,2752 p=,165	1,0000 p= ---

APÊNDICE N - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em fevereiro de 2013 no reservatório de Caxias. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Conduct.	Turb	Eh	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₂ ⁻
Temp. H2O	1,0000 p= ---	,9954 p=0,00	,9910 p=0,00	,9955 p=0,00	,8782 p=,000	,9852 p=0,00	,5280 p=,005	-,0167 p=,934	,2417 p=,225	,1937 p=,333	,1267 p=,529	-,3073 p=,119
pH	,9954 p=0,00	1,0000 p= ---	,9953 p=0,00	,9952 p=0,00	,9068 p=,000	,9816 p=0,00	,5046 p=,007	,0469 p=,816	,2134 p=,285	,1592 p=,428	,1432 p=,476	-,2733 p=,168
OD	,9910 p=0,00	,9953 p=0,00	1,0000 p= ---	,9972 p=0,00	,8989 p=,000	,9916 p=0,00	,5135 p=,006	,0694 p=,731	,1425 p=,478	,1552 p=,439	,0637 p=,752	-,3216 p=,102
Conduct.	,9955 p=0,00	,9952 p=0,00	,9972 p=0,00	1,0000 p= ---	,8904 p=,000	,9945 p=0,00	,4929 p=,009	,0292 p=,885	,1977 p=,323	,1738 p=,386	,0547 p=,786	-,3204 p=,103
Turb.	,8782 p=,000	,9068 p=,000	,8989 p=,000	,8904 p=,000	1,0000 p= ---	,8639 p=,000	,3129 p=,112	,0161 p=,936	,2042 p=,307	-,1245 p=,536	,1779 p=,375	-,3101 p=,115
Eh	,9852 p=0,00	,9816 p=0,00	,9916 p=0,00	,9945 p=0,00	,8639 p=,000	1,0000 p= ---	,5046 p=,007	,0338 p=,867	,1604 p=,424	,1770 p=,377	-,0381 p=,850	-,3677 p=,059
Alcal.	,5280 p=,005	,5046 p=,007	,5135 p=,006	,4929 p=,009	,3129 p=,112	,5046 p=,007	1,0000 p= ---	-,2462 p=,216	,0038 p=,985	,4460 p=,020	,1832 p=,360	-,5229 p=,005
Cloro-a	-,0167 p=,934	,0469 p=,816	,0694 p=,731	,0292 p=,885	,0161 p=,936	,0338 p=,867	-,2462 p=,216	1,0000 p= ---	-,5742 p=,002	-,0553 p=,784	-,0799 p=,692	,5559 p=,003
COD	,2417 p=,225	,2134 p=,285	,1425 p=,478	,1977 p=,323	,2042 p=,307	,1604 p=,424	,0038 p=,985	-,5742 p=,002	1,0000 p= ---	,0192 p=,924	,3231 p=,100	,0982 p=,626
P-total	,1937 p=,333	,1592 p=,428	,1552 p=,439	,1738 p=,386	-,1245 p=,536	,1770 p=,377	,4460 p=,020	-,0553 p=,784	,0192 p=,924	1,0000 p= ---	,0372 p=,854	-,1539 p=,443
P-PO ₄ ³⁻	,1267 p=,529	,1432 p=,476	,0637 p=,752	,0547 p=,786	,1779 p=,375	-,0381 p=,850	,1832 p=,360	-,0799 p=,692	,3231 p=,100	,0372 p=,854	1,0000 p= ---	,3961 p=,041
N-NO ₂ ⁻	-,3073 p=,119	-,2733 p=,168	-,3216 p=,102	-,3204 p=,103	-,3101 p=,115	-,3677 p=,059	-,5229 p=,005	,5559 p=,003	,0982 p=,626	-,1539 p=,443	,3961 p=,041	1,0000 p= ---
N-NH ₃	-,3333 p=,089	-,3759 p=,053	-,3275 p=,095	-,3279 p=,095	-,4452 p=,020	-,2773 p=,161	,1269 p=,528	-,3845 p=,048	-,1426 p=,478	-,1931 p=,334	-,4587 p=,016	-,3092 p=,117
N-NO ₃ ⁻	,3703 p=,057	,3485 p=,075	,3176 p=,106	,3112 p=,114	,3949 p=,041	,2717 p=,170	,6393 p=,000	-,5976 p=,001	,2209 p=,268	,1884 p=,347	,5622 p=,002	-,5314 p=,004
Norg	-,1731 p=,388	-,1469 p=,465	-,1374 p=,494	-,1428 p=,477	-,1956 p=,328	-,1721 p=,391	-,4809 p=,011	,5346 p=,004	-,3557 p=,069	,1244 p=,536	-,0175 p=,931	,5410 p=,004
N-total	-,2263 p=,256	-,2154 p=,281	-,1795 p=,370	-,2132 p=,286	-,2807 p=,156	-,2145 p=,283	-,1950 p=,330	,5376 p=,004	-,8157 p=,000	,1009 p=,616	,0019 p=,993	,2301 p=,248
M. aerug.	,5948 p=,001	,5849 p=,001	,6403 p=,000	,6511 p=,000	,5763 p=,002	,6981 p=,000	,0892 p=,658	-,0628 p=,756	-,0352 p=,862	-,0950 p=,637	-,6347 p=,000	-,5454 p=,003
S. brasil.	-,3826 p=,049	-,4179 p=,030	-,3990 p=,039	-,3707 p=,057	-,2627 p=,186	-,3308 p=,092	-,5251 p=,005	-,4088 p=,034	,0888 p=,660	-,5670 p=,002	-,4295 p=,025	-,2077 p=,298
P. mucic.	-,1636 p=,415	-,1556 p=,438	-,1122 p=,577	-,1381 p=,492	-,0589 p=,770	-,0773 p=,702	,0208 p=,918	,0415 p=,837	-,1989 p=,320	-,7014 p=,000	-,4221 p=,028	-,1785 p=,373
R. min.	-,2270 p=,255	-,2547 p=,200	-,2352 p=,238	-,2108 p=,291	-,4680 p=,014	-,1646 p=,412	-,4492 p=,019	,3590 p=,066	-,0869 p=,666	-,0772 p=,702	-,4279 p=,026	,4864 p=,010
kirchn.	,2690 p=,175	,2398 p=,228	,2731 p=,168	,2461 p=,216	,0425 p=,833	,2666 p=,179	,8797 p=,000	-,2051 p=,305	-,3236 p=,100	,5522 p=,003	,0295 p=,884	-,5720 p=,002
S. ind.	-,2616 p=,188	-,2888 p=,144	-,2623 p=,186	-,2743 p=,166	-,4755 p=,012	-,2772 p=,162	-,0368 p=,855	,1630 p=,417	-,5355 p=,004	,2535 p=,202	,0231 p=,909	,1861 p=,353
Fito-total	-,5072 p=,007	-,5493 p=,003	-,5438 p=,003	-,5122 p=,006	-,4967 p=,008	-,4722 p=,013	-,5421 p=,003	-,2561 p=,197	,0688 p=,733	-,3850 p=,047	-,3177 p=,106	,0386 p=,849

continuação:

	N-NH ₃	N-NO ₃ ⁻	Norg	Ntotal	M. aerug.	S. brasil.	P. mucic.	R. min.	kirchn.	S. ind.	Fito-total
Temp. H ₂ O	-,3333 p=,089	,3703 p=,057	-,1731 p=,388	-,2263 p=,256	,5948 p=,001	-,3826 p=,049	-,1636 p=,415	-,2270 p=,255	,2690 p=,175	-,2616 p=,188	-,5072 p=,007
pH	-,3759 p=,053	,3485 p=,075	-,1469 p=,465	-,2154 p=,281	,5849 p=,001	-,4179 p=,030	-,1556 p=,438	-,2547 p=,200	,2398 p=,228	-,2888 p=,144	-,5493 p=,003
OD	-,3275 p=,095	,3176 p=,106	-,1374 p=,494	-,1795 p=,370	,6403 p=,000	-,3990 p=,039	-,1122 p=,577	-,2352 p=,238	,2731 p=,168	-,2623 p=,186	-,5438 p=,003
Conduct.	-,3279 p=,095	,3112 p=,114	-,1428 p=,477	-,2132 p=,286	,6511 p=,000	-,3707 p=,057	-,1381 p=,492	-,2108 p=,291	,2461 p=,216	-,2743 p=,166	-,5122 p=,006
Turb.	-,4452 p=,020	,3949 p=,041	-,1956 p=,328	-,2807 p=,156	,5763 p=,002	-,2627 p=,186	-,0589 p=,770	-,4680 p=,014	,0425 p=,833	-,4755 p=,012	-,4967 p=,008
Eh	-,2773 p=,161	,2717 p=,170	-,1721 p=,391	-,2145 p=,283	,6981 p=,000	-,3308 p=,092	-,0773 p=,702	-,1646 p=,412	,2666 p=,179	-,2772 p=,162	-,4722 p=,013
Alcal.	,1269 p=,528	,6393 p=,000	-,4809 p=,011	-,1950 p=,330	,0892 p=,658	-,5251 p=,005	,0208 p=,918	-,4492 p=,019	,8797 p=,000	-,0368 p=,855	-,5421 p=,003
Cloro-a	-,3845 p=,048	-,5976 p=,001	,5346 p=,004	,5376 p=,004	-,0628 p=,756	-,4088 p=,034	,0415 p=,837	,3590 p=,066	-,2051 p=,305	,1630 p=,417	-,2561 p=,197
COD	-,1426 p=,478	,2209 p=,268	-,3557 p=,069	-,8157 p=,000	-,0352 p=,862	,0888 p=,660	-,1989 p=,320	-,0869 p=,666	-,3236 p=,100	-,5355 p=,004	,0688 p=,733
P-total	-,1931 p=,334	,1884 p=,347	,1244 p=,536	,1009 p=,616	-,0950 p=,637	-,5670 p=,002	-,7014 p=,000	-,0772 p=,702	,5522 p=,003	,2535 p=,202	-,3850 p=,047
P-PO ₄ ³⁻	-,4587 p=,016	,5622 p=,002	-,0175 p=,931	,0019 p=,993	-,6347 p=,000	-,4295 p=,025	-,4221 p=,028	-,4279 p=,026	,0295 p=,884	,0231 p=,909	-,3177 p=,106
N-NO ₂ ⁻	-,3092 p=,117	-,5314 p=,004	,5410 p=,004	,2301 p=,248	-,5454 p=,003	-,2077 p=,298	-,1785 p=,373	,4864 p=,010	-,5720 p=,002	,1861 p=,353	,0386 p=,849
N-NH ₃	1,0000 p=---	-,1379 p=,493	-,0480 p=,812	-,0243 p=,904	,1955 p=,328	,3767 p=,053	,4965 p=,008	,2166 p=,278	,3158 p=,109	,3720 p=,056	,2342 p=,240
N-NO ₃ ⁻	-,1379 p=,493	1,0000 p=---	-,5404 p=,004	-,2011 p=,315	-,1273 p=,527	-,1672 p=,405	-,2171 p=,277	-,7848 p=,000	,5402 p=,004	-,1341 p=,505	-,2570 p=,196
Norg	-,0480 p=,812	-,5404 p=,004	1,0000 p=---	,6469 p=,000	-,0064 p=,975	-,2703 p=,173	-,4638 p=,015	,3401 p=,083	-,1991 p=,319	,6483 p=,000	-,2397 p=,229
N-total	-,0243 p=,904	-,2011 p=,315	,6469 p=,000	1,0000 p=---	-,1621 p=,419	-,1170 p=,561	-,1966 p=,326	,2548 p=,200	,1626 p=,418	,8167 p=,000	,0048 p=,981
M. aerug.	,1955 p=,328	-,1273 p=,527	-,0064 p=,975	-,1621 p=,419	1,0000 p=---	,1830 p=,361	,2013 p=,314	,0572 p=,777	,0584 p=,772	-,1740 p=,386	-,1139 p=,572
S. brasil.	,3767 p=,053	-,1672 p=,405	-,2703 p=,173	-,1170 p=,561	,1830 p=,361	1,0000 p=---	,4831 p=,011	,3169 p=,107	-,4678 p=,014	-,1066 p=,597	,9026 p=,000
P. mucic.	,4965 p=,008	-,2171 p=,277	-,4638 p=,015	-,1966 p=,326	,2013 p=,314	,4831 p=,011	1,0000 p=---	,2124 p=,288	-,0873 p=,665	-,2701 p=,173	,3822 p=,049
R. min.	,2166 p=,278	-,7848 p=,000	,3401 p=,083	,2548 p=,200	,0572 p=,777	,3169 p=,107	,2124 p=,288	1,0000 p=---	-,3932 p=,042	,3243 p=,099	,5252 p=,005
kirchn.	,3158 p=,109	,5402 p=,004	-,1991 p=,319	,1626 p=,418	,0584 p=,772	-,4678 p=,014	-,0873 p=,665	-,3932 p=,042	1,0000 p=---	,3447 p=,078	-,4880 p=,010
S. ind.	,3720 p=,056	-,1341 p=,505	,6483 p=,000	,8167 p=,000	-,1740 p=,386	-,1066 p=,597	-,2701 p=,173	,3243 p=,099	,3447 p=,078	1,0000 p=---	-,0053 p=,979
Fito-total	,2342 p=,240	-,2570 p=,196	-,2397 p=,229	,0048 p=,981	-,1139 p=,572	,9026 p=,000	,3822 p=,049	,5252 p=,005	-,4880 p=,010	-,0053 p=,979	1,0000 p=---

APÊNDICE O - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bióticas e abióticas analisadas em outubro de 2013 no reservatório de Caxias. As correlações destacadas em vermelho são significativas ($p < 0,05$).

	Temp. H2O	pH	OD	Condut.	Turb.	Alcal.	Cloro-a	COD	P-total	P-PO ₄ ³⁻
Temp. H2O	1,0000 p= ---	,8753 p=,000	,8218 p=,000	,9558 p=,000	-,2122 p=,288	-,5714 p=,002	,1192 p=,554	-,3565 p=,068	,0566 p=,779	,4500 p=,019
pH	,8753 p=,000	1,0000 p= ---	,9647 p=,000	,9048 p=,000	-,0651 p=,747	-,5073 p=,007	-,0129 p=,949	-,2882 p=,145	,4362 p=,023	,0684 p=,735
OD	,8218 p=,000	,9647 p=,000	1,0000 p= ---	,8509 p=,000	-,0198 p=,922	-,3786 p=,051	-,1864 p=,352	-,3638 p=,062	,5599 p=,002	-,0801 p=,691
Condut.	,9558 p=,000	,9048 p=,000	,8509 p=,000	1,0000 p= ---	-,1417 p=,481	-,4717 p=,013	,1570 p=,434	-,3834 p=,048	,1807 p=,367	,3153 p=,109
Turb.	-,2122 p=,288	-,0651 p=,747	-,0198 p=,922	-,1417 p=,481	1,0000 p= ---	-,0436 p=,829	,4116 p=,033	,0343 p=,865	,2154 p=,281	-,1724 p=,390
Alcal.	-,5714 p=,002	-,5073 p=,007	-,3786 p=,051	-,4717 p=,013	-,0436 p=,829	1,0000 p= ---	-,5207 p=,005	-,4470 p=,019	,2206 p=,269	-,5716 p=,002
Cloro-a	,1192 p=,554	-,0129 p=,949	-,1864 p=,352	,1570 p=,434	,4116 p=,033	-,5207 p=,005	1,0000 p= ---	,2423 p=,223	-,3554 p=,069	,5142 p=,006
COD	-,3565 p=,068	-,2882 p=,145	-,3638 p=,062	-,3834 p=,048	,0343 p=,865	-,4470 p=,019	,2423 p=,223	1,0000 p= ---	-,3373 p=,085	,0776 p=,700
P-total	,0566 p=,779	,4362 p=,023	,5599 p=,002	,1807 p=,367	,2154 p=,281	,2206 p=,269	-,3554 p=,069	-,3373 p=,085	1,0000 p= ---	-,8125 p=,000
P-PO ₄ ³⁻	,4500 p=,019	,0684 p=,735	-,0801 p=,691	,3153 p=,109	-,1724 p=,390	-,5716 p=,002	,5142 p=,006	,0776 p=,700	-,8125 p=,000	1,0000 p= ---
N-NO ₂ ⁻	,1632 p=,416	,3816 p=,050	,4769 p=,012	,2981 p=,131	,5307 p=,004	-,0024 p=,991	,1491 p=,458	-,2339 p=,240	,7750 p=,000	-,5532 p=,003
N-NH ₃	-,3057 p=,121	-,0330 p=,870	,1099 p=,585	-,1446 p=,472	,1377 p=,494	,6327 p=,000	-,3546 p=,070	-,3437 p=,079	,8144 p=,000	-,9073 p=,000
N-NO ₃ ⁻	-,7396 p=,000	-,4068 p=,035	-,3043 p=,123	-,6875 p=,000	,0654 p=,746	,5652 p=,002	-,4980 p=,008	,1837 p=,359	,5075 p=,007	-,8684 p=,000
Norg	,5972 p=,001	,2799 p=,157	,1510 p=,452	,4850 p=,010	-,1015 p=,615	-,6651 p=,000	,4441 p=,020	,0830 p=,680	-,6951 p=,000	,9559 p=,000
N-total	,3044 p=,123	,3599 p=,065	,4896 p=,010	,4384 p=,022	,3518 p=,072	,2140 p=,284	,0281 p=,889	-,6254 p=,000	,6397 p=,000	-,3652 p=,061
<i>S. brasil.</i>	,1910 p=,340	,2481 p=,212	,2950 p=,135	,3168 p=,107	,4800 p=,011	-,3393 p=,083	,4739 p=,013	,1326 p=,510	,3480 p=,075	-,1318 p=,512
<i>R. min.</i>	,5310 p=,004	,8023 p=,000	,7965 p=,000	,5798 p=,002	,3783 p=,052	-,3762 p=,053	-,0474 p=,814	-,1544 p=,442	,4714 p=,013	-,0989 p=,624
<i>kirchn.</i>	-,2332 p=,242	,0771 p=,702	,2746 p=,166	-,1747 p=,383	-,0074 p=,971	,4632 p=,015	-,6978 p=,000	-,2491 p=,210	,8484 p=,000	-,8736 p=,000
<i>C. hirund.</i>	-,0567 p=,779	-,0439 p=,828	-,0491 p=,808	-,2593 p=,192	-,4876 p=,010	-,1111 p=,581	-,3934 p=,042	,0300 p=,882	,0113 p=,956	,0331 p=,870
Fito-total	,3347 p=,088	,6706 p=,000	,7334 p=,000	,4548 p=,017	,5497 p=,003	-,2337 p=,241	,0093 p=,963	-,1846 p=,357	,7512 p=,000	-,3847 p=,048

Continuação:

	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₃	N-NO ₃ ⁻	Norg	N-total	<i>S. brasil.</i>	<i>R. min.</i>	<i>kirchn.</i>	<i>C. hirund.</i>	Fito-total
Temp. H2O	,1632 p=,416	-,3057 p=,121	-,7396 p=,000	,5972 p=,001	,3044 p=,123	,1910 p=,340	,5310 p=,004	-,2332 p=,242	-,0567 p=,779	,3347 p=,088
pH	,3816 p=,050	-,0330 p=,870	-,4068 p=,035	,2799 p=,157	,3599 p=,065	,2481 p=,212	,8023 p=,000	,0771 p=,702	-,0439 p=,828	,6706 p=,000
OD	,4769 p=,012	,1099 p=,585	-,3043 p=,123	,1510 p=,452	,4896 p=,010	,2950 p=,135	,7965 p=,000	,2746 p=,166	-,0491 p=,808	,7334 p=,000
Condut.	,2981 p=,131	-,1446 p=,472	-,6875 p=,000	,4850 p=,010	,4384 p=,022	,3168 p=,107	,5798 p=,002	-,1747 p=,383	-,2593 p=,192	,4548 p=,017
Turb.	,5307 p=,004	,1377 p=,494	,0654 p=,746	-,1015 p=,615	,3518 p=,072	,4800 p=,011	,3783 p=,052	-,0074 p=,971	-,4876 p=,010	,5497 p=,003
Alcal.	-,0024 p=,991	,6327 p=,000	,5652 p=,002	-,6651 p=,000	,2140 p=,284	-,3393 p=,083	-,3762 p=,053	,4632 p=,015	-,1111 p=,581	-,2337 p=,241
Cloro-a	,1491 p=,458	-,3546 p=,070	-,4980 p=,008	,4441 p=,020	,0281 p=,889	,4739 p=,013	-,0474 p=,814	-,6978 p=,000	-,3934 p=,042	,0093 p=,963
COD	-,2339 p=,240	-,3437 p=,079	,1837 p=,359	,0830 p=,680	-,6254 p=,000	,1326 p=,510	-,1544 p=,442	-,2491 p=,210	,0300 p=,882	-,1846 p=,357
P-total	,7750 p=,000	,8144 p=,000	,5075 p=,007	-,6951 p=,000	,6397 p=,000	,3480 p=,075	,4714 p=,013	,8484 p=,000	,0113 p=,956	,7512 p=,000
P-PO ₄ ³⁻	-,5532 p=,003	-,9073 p=,000	-,8684 p=,000	,9559 p=,000	-,3652 p=,061	-,1318 p=,512	-,0989 p=,624	-,8736 p=,000	,0331 p=,870	-,3847 p=,048
N-NO ₂ ⁻	1,0000 p= ---	,6893 p=,000	,1720 p=,391	-,4514 p=,018	,8444 p=,000	,7780 p=,000	,3663 p=,060	,4820 p=,011	-,4303 p=,025	,7218 p=,000
N-NH ₃	,6893 p=,000	1,0000 p= ---	,6732 p=,000	-,9085 p=,000	,6403 p=,000	,2809 p=,156	-,0344 p=,865	,8050 p=,000	-,1747 p=,383	,3359 p=,087
N-NO ₃ ⁻	,1720 p=,391	,6732 p=,000	1,0000 p= ---	-,9179 p=,000	-,0859 p=,670	-,1850 p=,356	-,1560 p=,437	,7152 p=,000	,2578 p=,194	,0365 p=,857
Norg	-,4514 p=,018	-,9085 p=,000	-,9179 p=,000	1,0000 p= ---	-,2863 p=,148	-,0398 p=,844	,1503 p=,454	-,8113 p=,000	-,0584 p=,772	-,1616 p=,421
N-total	,8444 p=,000	,6403 p=,000	-,0859 p=,670	-,2863 p=,148	1,0000 p= ---	,6536 p=,000	,2295 p=,249	,4262 p=,027	-,4774 p=,012	,5678 p=,002
<i>S. brasil.</i>	,7780 p=,000	,2809 p=,156	-,1850 p=,356	-,0398 p=,844	,6536 p=,000	1,0000 p= ---	,1569 p=,434	,0977 p=,628	-,5648 p=,002	,5311 p=,004
<i>R. min.</i>	,3663 p=,060	-,0344 p=,865	-,1560 p=,437	,1503 p=,454	,2295 p=,249	,1569 p=,434	1,0000 p= ---	,1327 p=,509	-,1191 p=,554	,8510 p=,000
<i>kirchn.</i>	,4820 p=,011	,8050 p=,000	,7152 p=,000	-,8113 p=,000	,4262 p=,027	,0977 p=,628	,1327 p=,509	1,0000 p= ---	,2519 p=,205	,4229 p=,028
<i>C. hirund.</i>	-,4303 p=,025	-,1747 p=,383	,2578 p=,194	-,0584 p=,772	-,4774 p=,012	-,5648 p=,002	-,1191 p=,554	,2519 p=,205	1,0000 p= ---	-,2381 p=,232
Fito-total	,7218 p=,000	,3359 p=,087	,0365 p=,857	-,1616 p=,421	,5678 p=,002	,5311 p=,004	,8510 p=,000	,4229 p=,028	-,2381 p=,232	1,0000 p= ---

APÊNDICE P - Densidade fitoplanctônica representada por classe e valor total encontrada no reservatório de Foz do Areia, Segredo, Santiago e Caxias no meses de nov/12, fev/13 e out/13.

Reservatório de Foz do Areia															
Classes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P2/PF	P5/PF	P8/PF
	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)
Novembro de 2012															
Cyanophyceae	23815	32181	27621	7749	42522	65256	67062	297137	296003	74529	324855	107190	2750	7459	90430
Chlorophyceae	75	80	324	1046	24	1575	687	1924	2428	2737	1631	5655	7349	16973	9812
Bacillariophyceae	0	23	17	17	5	14	10	11	5	19	11	4	20	10	5
Cryptophyceae	71	334	225	49	94	622	80	345	147	399	624	471	298	252	476
Chrysophyceae	0	30	39	21	17	0	7	0	3	7	4	0	46	41	9
Dinophyceae	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conjugatophyceae	0	7	0	3	0	0	5	0	0	2	4	0	0	0	0
Euglenophyceae	2	2	0	0	0	0	5	28	24	24	4	31	0	12	33
Total	23963	32657	28225	8886	42664	67467	67855	299445	298610	77718	327131	113350	10463	24746	100765
Fevereiro de 2013															
Cyanophyceae	417817	98320	256667	24764	7360	26998	59802	9883	137462	51398	154337	48319	102826	92125	241707
Chlorophyceae	9500	13116	18333	7964	5314	8754	15483	11532	22644	3826	4071	3666	11636	10627	6963
Bacillariophyceae	457	280	160	46	26	84	399	213	608	146	164	171	432	312	459
Cryptophyceae	2245	1988	1259	312	394	464	2052	2298	7105	1364	880	1092	1762	937	3337
Chrysophyceae	32	28	0	0	5	8	0	21	0	0	0	0	33	69	0
Dinophyceae	32	14	0	8	0	0	19	0	152	0	0	0	0	0	0
Conjugatophyceae	11	0	0	0	0	0	0	0	0	17	10	9	0	12	0
Euglenophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	24
Total	430094	113746	276418	33093	13098	36307	77755	23947	168009	56752	159462	53258	116689	104082	252490
Outubro de 2013															
Cyanophyceae	0	448	725	756	941	888	635	605	1117	1426	391	492	2917	629	442
Chlorophyceae	105	1449	2388	4062	2314	5495	4011	793	4638	1511	783	10	550	1928	522
Bacillariophyceae	13	22	18	0	0	11	0	21	11	21	5	5	27	5	0
Cryptophyceae	2649	2666	2545	2696	2074	590	2280	428	2851	3074	482	547	2961	2475	55
Chrysophyceae	0	4	0	10	0	0	16	0	11	11	5	0	0	0	0
Dinophyceae	398	195	326	417	372	128	1851	386	319	1021	191	241	284	266	447
Conjugatophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euglenophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3165	4785	6002	7942	5702	7112	8793	2232	8947	7064	1857	1295	6738	5304	1465

Reservatório de Salto Segredo

Reservatório de Salto Segredo												
Novembro de 2012												
Classes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P2/PF	P5/PF	P8/PF
	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)
Cyanophyceae	198807	215256	204869	286463	181640	162214	87335	148077	68322	*	216627	594845
Chlorophyceae	6623	665	924	27	541	50	86	26	25	*	25	9
Bacillariophyceae	52	22	44	17	27	5	22	9	15	*	20	4
Cryptophyceae	898	340	566	808	386	231	316	362	325	*	488	217
Chrysophyceae	0	0	0	0	0	5	7	0	0	*	0	0
Dinophyceae	0	0	0	0	4	0	0	0	0	*	0	0
Conjugatophyceae	11	7	0	7	4	5	0	9	0	*	5	4
Euglenophyceae	0	7	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
Chlamydomphyceae	0	4	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
Total	206390	216300	206403	287322	182602	162510	87766	148483	68686	*	217164	595080
Fevereiro de 2013												
Cyanophyceae	220445	165798	115714	55354	135793	117727	159271	37217	140900	66755	638395	64445
Chlorophyceae	964	7367	657	63	60	92	557	163	190	319	1499	1369
Bacillariophyceae	0	213	52	63	51	72	114	69	114	106	24	44
Cryptophyceae	499	5239	4012	1029	1639	2486	4623	1707	2698	2429	1523	2061
Chrysophyceae	0	80	74	14	9	10	101	9	57	18	24	11
Dinophyceae	0	0	0	0	0	0	25	9	19	35	0	0
Conjugatophyceae	0	0	0	14	9	10	0	9	0	0	48	0
Euglenophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlamydomphyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	221908	178697	120508	56537	137560	120397	164691	39182	143978	69663	641514	67930
Outubro de 2013												
Cyanophyceae	331	602	946	811	412	522	598	573	1028	677	1630	762
Chlorophyceae	292	1361	4122	1636	37	301	261	644	583	708	3305	1366
Bacillariophyceae	6	31	31	27	5	0	0	10	5	0	10	31
Cryptophyceae	1985	4169	4380	3537	2707	3748	4127	3856	2793	2343	4447	2373
Chrysophyceae	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
Dinophyceae	19	0	360	13	422	60	92	491	230	793	552	138
Euglenophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conjugatophyceae	0	0	0	13	5	0	0	0	0	5	0	0
Chlamydomphyceae	0	0	0	0	0	5	10	5	0	0	0	0
Total	2634	6164	9840	6037	3593	4637	5089	5580	4639	4526	9944	4675

Reservatório de Salto de Santiago

Classes	Novembro de 2012											
	P1 (ind.mL ⁻¹)	P2 (ind.mL ⁻¹)	P3 (ind.mL ⁻¹)	P4 (ind.mL ⁻¹)	P5 (ind.mL ⁻¹)	P6 (ind.mL ⁻¹)	P7 (ind.mL ⁻¹)	P8 (ind.mL ⁻¹)	P9 (ind.mL ⁻¹)	P2/PF (ind.mL ⁻¹)	P5/PF (ind.mL ⁻¹)	P8/PF (ind.mL ⁻¹)
Cyanophyceae	25279	38971	72872	16974	88741	49131	55378	24258	57516	25139	22141	*
Chlorophyceae	89	287	1579	1158	1228	92	3369	2842	5674	4027	5492	*
Bacillariophyceae	13	31	17	47	25	10	44	70	20	25	0	*
Cryptophyceae	355	1549	1804	892	1634	921	2512	1386	2147	1760	1290	*
Chrysophyceae	0	10	0	31	63	123	15	154	10	0	27	*
Dinophyceae	0	26	0	0	13	0	14	14	0	0	0	*
Conjugatophyceae	13	5	8	16	0	20	30	14	0	25	13	*
Total	25747	40879	76280	19118	91705	50297	61362	28737	65366	30978	28963	*
Fevereiro de 2013												
Cyanophyceae	19765	111094	9067	1751	5466	4632	12111	20578	14369	3199	8062	21830
Chlorophyceae	568	1284	695	636	285	1059	3296	1574	623	532	291	3059
Bacillariophyceae	48	46	66	448	418	622	142	155	91	89	465	98
Cryptophyceae	1040	2021	2236	1920	1368	487	2365	2283	2584	1404	1380	2772
Chrysophyceae	6	23	6	0	0	0	0	33	15	7	8	0
Dinophyceae	6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Conjugatophyceae	12	0	18	19	0	0	0	0	0	0	8	28
Total	21446	114468	12089	4774	7537	6804	17914	24623	17682	5230	10214	27786
Outubro de 2013												
Cyanophyceae	9695	1789	4411	1084	9262	1325	1361	1431	29827	*	748	11652
Chlorophyceae	467	1339	662	2240	2614	1780	2821	3223	1635	*	2384	2740
Bacillariophyceae	0	0	0	0	5	0	0	0	0	*	0	0
Cryptophyceae	1586	1789	2198	1698	1683	1688	1189	883	1098	*	923	853
Chrysophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0
Dinophyceae	201	242	1204	26	199	66	0	90	310	*	452	467
Conjugatophyceae	0	0	0	5	0	0	0	0	0	*	0	0
Total	11948	5160	8476	5053	13763	4859	5371	5628	32870	*	4506	15712

Reservatório de Salto Caxias

Classes	Novembro de 2012											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P2/PF	P5/PF	P8/PF
	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)	(ind.mL ⁻¹)
Cyanophyceae	14154	12899	43425	24492	1894	17449	3052	3637	5206	8762	12430	1950
Chlorophyceae	3172	5186	1108	1006	326	2631	210	288	215	1285	622	793
Bacillariophyceae	6	27	0	0	0	0	14	33	11	5	0	19
Cryptophyceae	714	1117	517	488	2052	1035	1572	1286	1075	1448	1531	1456
Chrysophyceae	6	0	0	5	0	0	42	11	6	0	10	5
Conjugatophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	5
Euglenophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlamydomphyceae	6	0	15	5	0	6	0	11	0	5	5	9
Total	18059	19229	45065	25996	4272	21120	4890	5265	6519	11510	14598	4237
Fevereiro de 2013												
Cyanophyceae	9262	546	709	2082	141289	114788	5083	910	37570	6950	6895	1927
Chlorophyceae	292	95	276	56	45	50	30	66	100	35	25	30
Bacillariophyceae	20	33	16	10	30	5	55	26	10	35	65	25
Cryptophyceae	675	817	772	777	1119	1064	667	655	572	1049	1500	1546
Chrysophyceae	0	5	0	0	0	0	5	5	15	5	0	5
Dinophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Conjugatophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	0
Chlamydomphyceae	0	5	5	0	0	0	0	5	0	0	0	10
Total	10250	1501	1778	2926	142483	115907	5841	1667	38273	8084	8491	3543
Outubro de 2013												
Cyanophyceae	1749	5563	460	286	742	1314	823	798	696	1010	3043	905
Chlorophyceae	1539	1276	430	1371	926	1768	1161	1442	1043	1822	1550	1703
Bacillariophyceae	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Cryptophyceae	2752	3219	2097	2169	5524	3843	3897	1401	486	3374	2030	1488
Dinophyceae	26	0	36	36	0	589	430	143	20	374	189	128
Total	6066	10063	3023	3861	7191	7515	6311	3785	2245	6580	6813	4230