

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO

Simone Pereira Casali

**A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO RESERVATÓRIO DE
ITUPARARANGA (BACIA DO RIO SOROCABA, SP)**

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos

2014

Simone Pereira Casali

**A COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO RESERVATÓRIO DE
ITUPARARANGA (BACIA DO RIO SOROCABA, SP)**

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento.

Orientadora: Professora Titular Maria do Carmo Calijuri

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

P334aa

Pereira Casali, Simone

A comunidade fitoplanctônica no Reservatório de
Itupararanga (Bacia do Rio Sorocaba, SP) / Simone
Pereira Casali; orientadora Maria do Carmo Calijuri
Calijuri. São Carlos, 2014.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação e Área
de Concentração em Hidráulica e Saneamento -- Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,
2014.

1. Reservatório de Itupararanga. 2. Fitoplâncton.
3. Variabilidade Temporal. 4. Cianobactéria. 5.
Cianotoxinas. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharel e Licenciada **SIMONE PEREIRA CASALI**.

Título da tese: "A comunidade fitoplânctônica no Reservatório de Itupararanga (Bacia do Rio Sorocaba, SP)".

Data da defesa: 07/08/2014

Comissão Julgadora:

Profa. Titular **Maria do Carmo Calijuri (Orientadora)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Resultado:

APROVADA

Profa. Dra. **Marli de Fátima Fiore**
(Centro de Energia Nuclear na Agricultura/CENA-USP)

APROVADA

Dra. **Patrícia Bortoletto de Falco**
(Bolsista FUSP)

APROVADA

Prof. Dr. **André Cordeiro Alves dos Santos**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADA

Profa. Assoc. **Lucia Helena Sipaúba Tavares**
(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP-Jaboticabal)

APROVADA

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento:

Profa. Associada **Maria Bernadete A. Varesche Silva**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**



Dedico este trabalho as pessoas mais importantes da minha vida:

Ao meu filho João Pedro, luz da minha vida, que nos primeiros meses de sua vida soube de maneira especial entender a minha ausência;

Ao esposo Mateus, por ter permanecido ao meu lado, me incentivando a percorrer este caminho, por compartilhar angústias e dúvidas estendendo sua mão amiga em momentos difíceis.

Aos meus pais Cesar e Rose, que por uma vida de dedicação, amor e trabalho sempre possibilitaram a seus filhos a oportunidade de realizar sonhos e conquistas.

Aos meus irmãos Graziela, Lavínia e Junior e aos meus sobrinhos Antonio, Milena, Nicole, Henrique, Isabela e Maria Clara pelo amor, carinho.

AGRADECIMENTO

À minha família: filho, marido, pais, irmãos e sobrinhos por estarem sempre ao meu lado me apoiando, pelos momentos de descontração e por sempre acreditarem em mim e não me deixarem desistir nos momentos difíceis. E ao Roberto e Teresinha, por sempre estarem disponíveis nos momentos que precisei de ajuda.

À profa. Titular Maria do Carmo Calijuri meu muito obrigado pela amizade, carinho, paciência e orientação ao longo de todos estes anos.

À doutora e amiga Patrícia B.F. Perna pelo exemplo de persistência, determinação, coragem e competência. E por me apoiar e ajudar em todos os momentos...

Ao professor doutor e amigo André Cordeiro Alves dos Santos pelos conselhos, ajuda com os trabalhos de campo, organização e interpretação dos dados e inúmeras discussões sobre o trabalho.

A mestre e amiga Sarah R. Vargas por sempre estar disposta a me ouvir e ajudar.

Às técnicas e amigas Luci A. de Queiroz e Adriana C.P. Miwa pela disponibilidade em ensinar e ajudar nas análises de laboratório e pelos cafezinhos para iniciar o dia de trabalho.

Aos pesquisadores e amigos do laboratório Biotace: Paulo, Sarah, Laís, Raquel, Davi, Tacyo, Flávia, Lorena, Juliana, Roger e Vitória pela constante companhia, pelas discussões científicas e risadas, por sempre estarem por perto com uma mão amiga nas horas difíceis no decorrer do trabalho.

As pesquisadoras e amigas de campo: Laís Américo, Raphaella e Aline pelo trabalho duro no campo, nas coletas noturnas e processamento das amostras. Sem elas a coleta de campo teria sido bem mais difícil.

Aos Técnicos de Campo Waldomiro Antonio Filho e José Roberto Maramarque, com grande e indispensável experiência nos trabalhos de campo, sem vocês a realização deste trabalho seria impossível; e ao Benedito Patracón pelo cuidado, paciência e deliciosos almoços durante as coletas.

Aos examinadores: Prof. Dr. André Cordeiro Alves dos Santos, Profa. Dra. Marli Fátima Fiore, Profa. Dra. Jandira L. B. Talamoni e Dra Patrícia Bortoleto de Falco Perna que, como membros da banca de defesa, contribuirão com importantes e enriquecedoras sugestões.

Aos funcionários da Pós-Graduação do Departamento de Hidráulica e Saneamento Maria Auxiliadora C. Altieri Pin, Priscila C. Toselli de Almeida, Pavlovna D. Rocha Bueno, Rosemeire A. de Jesus, Flávia G. Canova e Fernanda M. Struzziatto, obrigada pela paciência, eficiência, dicas preciosas e o mais importante, pela atenção e carinho.

Ao CNPq pelo auxílio de bolsa concedido e à FAPESP, pelo suporte financeiro ao Projeto Temático (08/55636-9).

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

É melhor conquistar a si mesmo, do que vencer mil batalhas"

Buda

RESUMO

Casali, S.P (2014). A Comunidade Fitoplânctônica no Reservatório de Itupararanga (Bacia Do Rio Sorocaba, SP). TESE (doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 190p.

Reservatórios são sistemas aquáticos artificiais que reúnem propriedades semelhantes a rios e lagos, ou seja, eles possuem características dinâmicas horizontais de rios e verticais dos lagos. Devido a estas propriedades, muitos fatores são responsáveis pela distribuição e composição do fitoplâncton tais como: estabilidade da coluna de água, tempo de detenção hidráulico, operação da barragem, disponibilidade de nutrientes, RSFA (radiação solar fotossinteticamente ativa), temperatura. Nos últimos anos, devido às ações antrópicas, os reservatórios estão em processo de eutrofização, que contribui para o florescimento de Cianobactérias, que podem trazer problemas em mananciais e comprometer a saúde da população, pois estes organismos podem produzir toxinas extremamente agressivas. Com isso, torna-se importante o estudo da comunidade fitoplânctônica, no Reservatório de Itupararanga, pois ele é utilizado para recreação, irrigação, abastecimento público dos municípios de Votorantim e Sorocaba e geração de energia elétrica. O objetivo principal desta pesquisa é estudar a variabilidade temporal (variação sazonal, diária e nictemeral) e a heterogeneidade espacial (variação horizontal e diferentes profundidades) e da comunidade fitoplânctônica e avaliar o potencial tóxico de espécies de Cianobactérias predominantes neste reservatório. Para atingir este objetivo foram realizadas coletas em dois pontos (próximo a barragem e na cabeceira), na estação chuvosa (fevereiro 2011) e seca (julho 2011), com amostragem de 4 em 4 horas, em 10 dias consecutivos e em diferentes profundidades da coluna de água. Foi realizada a caracterização da comunidade quanto a sua estrutura (biomassa e diversidade) e a análise de cianotoxinas (microcistina, cilindrospermopsis e saxitoxina) pelo método ELISA. Para relacionar com as variáveis biológicas foram analisadas variáveis hidrometeorológicas e abióticas. Durante o período estudado, o reservatório de Itupararanga pode ser classificado como polímítico, apresentando estratificação térmica no período chuvoso e circulação da coluna de água no período seco. No período estudado não foram observadas variações da estrutura da comunidade fitoplânctônica nas escalas diária e nictemeral, somente foi observada variação sazonal. A média da densidade fitoplânctônica total foi de $41,86 \times 10^3$ ind. mL^{-1} , na estação chuvosa e $39,31 \times 10^3$ ind. mL^{-1} , na seca. Foi observada alternância de dominância de duas espécies fitoplânctônicas, no período chuvoso houve dominância da Chlorophyceae Monoraphidium contortum, e no seco, da Cianobactéria Cylindrospermopsis raciborskii. Ocorreram altas relações entre nutrientes totais (NT:PT) e dissolvidos (NID:PTD), nos dois períodos estudados, observando-se assim que não houve limitação de nitrogênio. Não foram detectadas a presença de microcistina e cilindrospermopsis e as concentrações de saxitoxina estiveram abaixo do limite permitido pela Portaria MS nº2.914/2011 ($3\mu\text{g.L}^{-1}$). Portanto torna-se essencial a realização de um plano de manejo sustentável na bacia hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê, visando o monitoramento de ocorrência de Cianobactérias e cianotoxinas, para garantir a qualidade da água utilizada pela população do entorno do reservatório de Itupararanga.

Palavras-chave: Reservatório de Itupararanga, fitoplâncton, variabilidade temporal, Cianobactéria e cianotoxinas.

ABSTRACT

CASALI, S.P (2014). Phytoplankton Community of *Itupararanga* Reservoirs (*Sorocaba River Basin, SP*). THESIS (doctoral). School of Engineering in São Carlos, University of São Paulo, São Carlos. 188p.

Reservoirs are artificial aquatic systems which show similar features to lakes and rivers, like the dynamic horizontal characteristics of rivers and the vertical ones of lakes. Due to these properties, there are many factors which are responsible for the distribution and composition of phytoplankton, as there are: stability of the water column, hydraulic retention time, dam operation, availability of nutrients, photosynthetically active solar radiation (PASR), and temperature. As a result of human actions during the past years, the reservoirs are undergoing a process of eutrophication, and therefore contributing to the growth of cyanobacteria, causing problems for wells and thus compromising the health of the population, as these organisms can produce highly aggressive toxins. The study of phytoplankton in the Itupararanga Reservoirs has so become more and more important, as it is a place for recreation, irrigation, public water supply for the counties Votorantim and Sorocaba, and the generation of electricity. The objective of this research is to study the temporal variability (in a seasonal or daily context) and spatial heterogeneity (horizontal axle and different deep) in the phytoplankton and to evaluate the potential toxic of predominant cyanobacteria species in this reservoir. In order to reach this aim, a sample collection took place at two sites – one near the dam and the other near the headwaters – during the rainy season (February 2011) and the dry season (July 2011), at a rhythm of every four hours during 10 consecutive days at different depths of the water column. The Phytoplankton community was characterized in relation to its structure (biomass and diversity) and its analysis of cyanotoxins (microcystin, cylindrospermopsin and saxitoxin), using the ELISA method. In order to relate the biological variables, hydrometeorological and abiotic variables have been analyzed. During the studied period, the Itupararanga Reservoir could be classified as polymictic, showing thermal stratification in the rainy season and circulation of the water column in the dry season. Variations in the phytoplankton structure could not be observed on a daily but only a seasonal basis. The average total phytoplankton density was $41,86 \times 10^3$ ind. \cdot mL $^{-1}$ in the rainy season, and in the dry season $39,31 \times 10^3$ ind. \cdot mL $^{-1}$. Two phytoplankton species altered in their dominance, in the rainy season the Chlorophyceae *Monoraphidium contortum* showed more presence, whereas in the dry season Cyanobacteria *Cylindrospermopsis raciborskii* was found in a higher quantity. There was a high relation between the total nutrients (NT:PT) and the dissolved ones (NID:PTD), in both periods, as well as no limitation in the nitrogen level. Microcystin and cylindrospermposin could not be detected, and the concentrations of saxitoxin were below the limit set by the Brazilian Ministry of Health - MS n°2.914/2011 (3 μ g.L $^{-1}$).

However, it is essential to achieving a sustainable management plan for the catchment of Sorocaba and Middle Tiête, aimed at monitoring the occurrence of cyanobacteria and cyanotoxins, to ensure the quality of the water used by the population around the Itupararanga Reservoir.

Key words: Itupararanga Reservoir, phytoplankton, temporal variability, cyanobacteria and cyanotoxins

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA. FONTE: SECCHIN, 2012.....	38
FIGURA 2: LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM (EC E BAR) NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA (SP).....	40
FIGURA 3: FOTOS DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM EC E BAR, RESPECTIVAMENTE, NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA (SP).....	40
FIGURA 4: DIAGRAMA DE AMOSTRAGEM DAS ESCALAS TEMPORAIS E ESPACIAIS.....	41
FIGURA 5: PRECIPITAÇÃO ANUAL TOTAL (MM), NO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM-SP DURANTE O PERÍODO DE 2005 A 2011. A AMOSTRAGEM DE 2011 FOI A SOMA DE JANEIRO A SETEMBRO.....	48
FIGURA 6: PRECIPITAÇÃO MENSAL TOTAL (MM), NO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM-SP DURANTE O PERÍODO DE JANEIRO A JULHO DE 2011. OS MESES EM PRETO REPRESENTAM OS PERÍODOS DE AMOSTRAGEM.....	49
FIGURA 7: PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (MM), NO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM-SP DURANTE O PERÍODO DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2011. OS DIAS MARCADOS EM VERMELHO REPRESENTAM OS DIAS DE AMOSTRAGEM.....	50
FIGURA 8: PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (MM), NO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM-SP DURANTE O PERÍODO DE JUNHO E JULHO DE 2011. OS DIAS MARCADOS EM VERMELHO REPRESENTAM OS DIAS DE AMOSTRAGEM.....	51
FIGURA 9: RADIAÇÃO SOLAR FOTOSINTETICAMENTE ATIVA (%) EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	54
FIGURA 10: PROFUNDIDADE DA ZONA EUFÓTICA (ZEU) E DA ZONA AFÓTICA (ZAF), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	55
FIGURA 11: ISOLÍNEAS DE TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011....	57
FIGURA 12: ISOLÍNEAS DE PH, EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	58
FIGURA 13: ISOLÍNEAS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	59
FIGURA 14: ISOLÍNEAS DE CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	60
FIGURA 15: ISOLÍNEAS DE CARBONO TOTAL ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	65
FIGURA 16: ISOLÍNEAS DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	66
FIGURA 17: ISOLÍNEAS DE CARBONO INORGÂNICO ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	67
FIGURA 18: ISOLÍNEAS DE NITRATO ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	70
FIGURA 19: ISOLÍNEAS DE NITRITO ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	71
FIGURA 20: ISOLÍNEAS DE ORTOFOSFATO ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	72
FIGURA 21: ISOLÍNEAS DE FÓSFORO TOTAL DISSOLVIDO ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	73

FIGURA 22: ISOLÍNEAS DE FÓSFORO TOTAL (mg.L^{-1}), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	74
FIGURA 23: ISOLÍNEAS DE NITROGÊNIO TOTAL KJEDAHL (mg.L^{-1}), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	75
FIGURA 24: PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS ENCONTRADOS EM EC, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011 (CIANO – CIANOBACTÉRIAS, CLORO – CLOROPHYCEAE E DEMAIS GRUPOS - BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, CRIPTOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE).	80
FIGURA 25: PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS ENCONTRADOS EM EC, NO PERÍODO SECO DE 2011 (CIANO – CIANOBACTÉRIAS, CLORO – CLOROPHYCEAE E DEMAIS GRUPOS - BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, CRIPTOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE).....	80
FIGURA 26: PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS ENCONTRADOS EM BAR, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011 (CIANO – CIANOBACTÉRIAS, CLORO – CLOROPHYCEAE E DEMAIS GRUPOS - BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, CRIPTOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE).	81
FIGURA 27: PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS ENCONTRADOS EM BAR, NO PERÍODO SECO DE 2011 (CIANO – CIANOBACTÉRIAS, CLORO – CLOROPHYCEAE E DEMAIS GRUPOS - BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, CRIPTOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE).....	81
FIGURA 28: PERFIL DA DENSIDADE TOTAL E DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS ($\times 10^3$ INDIVÍDUO. ML^{-1}) EM EC, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011.....	84
FIGURA 29: PERFIL DA DENSIDADE TOTAL E DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS ($\times 10^3$ INDIVÍDUO. ML^{-1}) EM EC, NO PERÍODO SECO DE 2011.....	85
FIGURA 30: PERFIL DA DENSIDADE TOTAL E DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS ($\times 10^3$ INDIVÍDUO. ML^{-1}) EM BAR, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011.	86
FIGURA 31: PERFIL DA DENSIDADE TOTAL E DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS ($\times 10^3$ INDIVÍDUO. ML^{-1}) EM BAR,NO PERÍODO SECO DE 2011.....	87
FIGURA 32: ISOLÍNEAS DE CLOROFILA A ($\mu\text{g.L}^{-1}$), EM EC E BAR, NO PERÍODO CHUVOSO E SECO DE 2011....	95
FIGURA 33: ISOLÍNEAS E FEOFITINA ($\mu\text{g.L}^{-1}$), EM EC E BAR, NO PERÍODO CHUVOSO E SECO DE 2011.....	96
FIGURA 34: ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA (CCA) DOS DADOS DIÁRIOS, EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	99
FIGURA 35: PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (MM), NO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM-SP DURANTE O PERÍODO DE FEVEREIRO E JULHO DE 2011. OS DIAS MARCADOS EM AZUL REPRESENTAM OS DIAS DE AMOSTRAGEM NICTEMERAL EM EC E EM VERDE PARA BAR.	101
FIGURA 36: RADIAÇÃO SOLAR FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA (%) EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	102
FIGURA 37: PROFUNDIDADE DA ZONA EUFÓTICA (ZEU) E DA ZONA AFÓTICA (ZAF), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	103
FIGURA 38: ISOLÍNEAS DE TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011..	105
FIGURA 39: ISOLÍNEAS DE pH, EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	106
FIGURA 40: ISOLÍNEAS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{s.cm}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	107

FIGURA 41: ISOLÍNEAS DE CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg.L^{-1}), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	108
FIGURA 42: ISOLÍNEAS DE CARBONO TOTAL (mg.L^{-1}), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	113
FIGURA 43: ISOLÍNEAS DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL (mg.L^{-1}), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	114
FIGURA 44: ISOLÍNEAS DE CARBONO INORGÂNICO (mg.L^{-1}), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	115
FIGURA 45: ISOLÍNEAS DE NITRATO (mg.L^{-1}), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	118
FIGURA 46: ISOLÍNEAS DE NITRITO ($\mu\text{g.L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	119
FIGURA 47: ISOLÍNEAS DE ORTOFOSFATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	120
FIGURA 48: ISOLÍNEAS DE FÓSFORO TOTAL DISSOLVIDO ($\mu\text{g.L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	121
FIGURA 49: ISOLÍNEAS DE FÓSFORO TOTAL (mg.L^{-1}), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	122
FIGURA 50: ISOLÍNEAS DE NITROGÊNIO TOTAL KJEDAHL ($\mu\text{g.L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	123
FIGURA 51: PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS ENCONTRADOS EM EC, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011 (CIANO – CIANOBACTÉRIAS, CLORO – CLOROPHYCEAE E DEMAIS GRUPOS - BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, CRIPTOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE).....	128
FIGURA 52: PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS ENCONTRADOS EM EC, NO PERÍODO SECO DE 2011 (CIANO – CIANOBACTÉRIAS, CLORO – CLOROPHYCEAE E DEMAIS GRUPOS - BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, CRIPTOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE).....	128
FIGURA 53: PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS ENCONTRADOS EM BAR, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011 (CIANO – CIANOBACTÉRIAS, CLORO – CLOROPHYCEAE E DEMAIS GRUPOS - BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, CRIPTOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE).....	129
FIGURA 54: PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS ENCONTRADOS EM BAR, NO PERÍODO SECO DE 2011 (CIANO – CIANOBACTÉRIAS, CLORO – CLOROPHYCEAE E DEMAIS GRUPOS - BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, CRIPTOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE).....	129
FIGURA 55: PERFIL DA DENSIDADE TOTAL E DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS ($\times 10^3$ INDIVÍDUO. ML^{-1}) ENCONTRADOS EM EC, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011.....	130
FIGURA 56: PERFIL DA DENSIDADE TOTAL E DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS ($\times 10^3$ INDIVÍDUO. ML^{-1}) ENCONTRADOS EM EC, NO PERÍODO SECO DE 2011.....	131
FIGURA 57: PERFIL DA DENSIDADE TOTAL E DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS ($\times 10^3$ INDIVÍDUO. ML^{-1}) ENCONTRADOS EM BAR, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011.....	132
FIGURA 58: PERFIL DA DENSIDADE TOTAL E DOS PRINCIPAIS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS ($\times 10^3$ INDIVÍDUO. ML^{-1}) ENCONTRADOS EM BAR, NO PERÍODO SECO DE 2011.....	133

FIGURA 59: ISOLÍNEAS DE CLOROFILA A ($\mu\text{G.L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	139
FIGURA 60: ISOLÍNEAS DE FEOFITINA ($\mu\text{G.L}^{-1}$), EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011... ..	140
FIGURA 61: ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA (CCA) NO PERÍODO CHUVOSO 2011.....	144
FIGURA 62: ANALISE ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA (CCA) NO PERÍODO SECO 2011.....	145

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA, BACIA DO RIO SOROCABA, SP.....	37
TABELA 2: VALORES MÉDIOS DE VAZÃO, COTA MÉDIA DO NÍVEL DE ÁGUA E TEMPO DE DETENÇÃO HIDRÁULICO (TDH), DE JANEIRO A SETEMBRO DE 2011, NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA.....	52
TABELA 3: RADIAÇÃO SOLAR FOTOSINTETICAMENTE ATIVA INCIDENTE ($\mu\text{E}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) E PROFUNDIDADE DA ZONA DE MISTURA (Z_{MIX} , m) EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	53
TABELA 4: ALCALINIDADE (MEQ.L ⁻¹) E FORMAS DE CARBONO, EM EC NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011 (CO ₂ T: DIÓXIDO DE CARBONO TOTAL; CO ₂ L: DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE ; HCO ₃ ⁻ : BICARBONATO; CO ₃ ²⁻ : CARBONATO). OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.	62
TABELA 5: ALCALINIDADE (MEQ.L ⁻¹) E FORMAS DE CARBONO, EM BAR NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011 (CO ₂ T: DIÓXIDO DE CARBONO TOTAL; CO ₂ L: DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE ; HCO ₃ ⁻ : BICARBONATO; CO ₃ ²⁻ : CARBONATO). OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.	63
TABELA 6: RELAÇÃO NITROGÊNIO TOTAL KJEDAHL E FÓSFORO TOTAL (NT:PP) E FORMAS NITROGENADAS DISSOLVIDAS (NITRATO E NITRITO) E FÓSFORO DISSOLVIDO (NID: PTD) NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA, NO PERÍODO ESTUDADO. OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.....	76
TABELA 7: GÊNEROS E ESPÉCIES DOS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICOS PRESENTES NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	78
TABELA 8: MÉDIA, DESVIO PADRÃO (DESVPAD) E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) DOS ÍNDICES DE DIVERSIDADE (H'), DOMINÂNCIA (C), EQUIDADE (E) E RIQUEZA (D), EM BITS.INDIVÍDUOS ⁻¹ , EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.	88
TABELA 9: VOLUME CELULAR (μm^3), BIOVOLUME ($\times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{ML}^{-1}$), DA ESPÉCIE <i>MONORAPHIDIUM CONTORTUM</i> , EM EC, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011. OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.....	90
TABELA 10: VOLUME CELULAR (μm^3), BIOVOLUME ($\times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{ML}^{-1}$), DA ESPÉCIE <i>MONORAPHIDIUM CONTORTUM</i> , EM BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011. OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.	91
TABELA 11: VOLUME CELULAR (μm^3), BIOVOLUME ($\times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{ML}^{-1}$), DA ESPÉCIE <i>CYLINDROSPERMOPSIS RACIBORSKII</i> , EM EC, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011. OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.....	92
TABELA 12: VOLUME CELULAR (μm^3), BIOVOLUME ($\times 10^6 \text{ INDIVÍDUOS.ML}^{-1}$), DA ESPÉCIE <i>CYLINDROSPERMOPSIS RACIBORSKII</i> NA BARRAGEM, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011. OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.....	93
TABELA 13: CONCENTRAÇÃO DE SAXITOXINA ($\mu\text{G}.\text{L}^{-1}$) EM EC E BAR, NO PERÍODO CHUVOSO E SECO DE 2011.	97
TABELA 14: RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) PARA OS DADOS DIÁRIOS (CO ₂ TOTAL- DIÓXIDO DE CARBONO TOTAL; CO ₂ LIVRE - DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE; PT - FÓSFORO TOTAL).	98

TABELA 15: RESULTADOS DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA (CCA) PARA OS DADOS DIÁRIOS	98
TABELA 16: RADIAÇÃO SOLAR FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA INCIDENTE ($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) E PROFUNDIDADE DA ZONA DE MISTURA (ZMIX, m) EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011	102
TABELA 17: ALCALINIDADE (MEQ.L ⁻¹) E FORMAS DE CARBONO, EM EC, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011 (CO ₂ T: DIÓXIDO DE CARBONO TOTAL; CO ₂ L: DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE ; HCO ₃ ⁻ : BICARBONATO; CO ₃ ⁻² : CARBONATO). OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.	110
TABELA 18: ALCALINIDADE (MEQ.L ⁻¹) E FORMAS DE CARBONO, EM BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011 (CO ₂ T: DIÓXIDO DE CARBONO TOTAL; CO ₂ L: DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE ; HCO ₃ ⁻ : BICARBONATO; CO ₃ ⁻² : CARBONATO). OS ESPAÇOS EM BRANCO SÃO PROFUNDIDADES NÃO AMOSTRADAS.	111
TABELA 19: RELAÇÃO NITROGÊNIO TOTAL KJEDAHL E FÓSFORO TOTAL (N:P) E FORMAS NITROGENADAS DISSOLVIDAS (NITRATO E NITRITO) E FÓSFORO DISSOLVIDO (DIN:TDP).	124
TABELA 20: MÉDIA, DESVIO PADRÃO (DESVPAD) E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) DOS ÍNDICES DE DIVERSIDADE (H'), DOMINÂNCIA (C), EQUIDADE (E) E RIQUEZA (D), EM BITS.INDIVÍDUOS ⁻¹ , EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	134
TABELA 21: VOLUME CELULAR (μm^3), BIOVOLUME, DAS ESPÉCIES DE <i>CYLINDROSPERMOPSIS RACIBORSKII</i> E <i>MONORAPHIDIUM CONTORTUM</i> EM EC, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.	136
TABELA 22: VOLUME CELULAR (μm^3), BIOVOLUME, DAS ESPÉCIES DE <i>CYLINDROSPERMOPSIS RACIBORSKII</i> E <i>MONORAPHIDIUM CONTORTUM</i> EM BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	137
TABELA 23: CONCENTRAÇÃO DE SAXITOXINA NA ÁGUA ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) EM EC E BAR, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DE 2011.....	141
TABELA 24: RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) PARA OS GRUPOS DOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO (NID: PTD - RELAÇÃO NITROGÊNIO DISSOLVIDO : FÓSFORO DISSOLVIDO; CO ₃ ⁻² - CARBONATO; HCO ₃ ⁻ - BICARBONATO; CO ₂ LIVRE- DIÓXIDO DE CARBONO LIVRE; COT - CO ₂ TOTAL- DIÓXIDO DE CARBONO TOTAL; PTD - FÓSFORO TOTAL DISSOLVIDO.).....	142
TABELA 25: RESULTADOS DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA (CCA) PARA OS PERÍODOS CHUVOSO E SECO.....	143
TABELA 26: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS, CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE EM EC, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	173
TABELA 27: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE EC, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	174
TABELA 28: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS, CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE EM EC, NO PERÍODO SECO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).....	175

TABELA 29: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE EM EC, NO PERÍODO SECO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	176
TABELA 30: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS, CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE EM BAR, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	177
TABELA 31: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE EM BAR, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	178
TABELA 32: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS, CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE EM BAR, NO PERÍODO SECO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	179
TABELA 33: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE EM BAR, NO PERÍODO SECO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	180
TABELA 34: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS, CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE EM EC, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	183
TABELA 35: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE EM EC, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	184
TABELA 36: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS, CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE EM EC, NO PERÍODO SECO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	185
TABELA 37: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE EM EC, NO PERÍODO SECO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	186
TABELA 38: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS, CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE EM BAR, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	187
TABELA 39: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE EM BAR, NO PERÍODO CHUVOSO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).	188
TABELA 40: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE CIANOBACTÉRIAS, CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE, EUGLENOPHYCEAE, DINOPHYCEAE E CRISOPHYCEAE EM BAR, NO PERÍODO SECO	

DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%).....189

TABELA 41: ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE EM BAR, NO PERÍODO SECO DE 2011. D: DOMINANTE (50-100%); A: ABUNDANTE (30-49%); C: COMUM (10-29%); O: OCASIONAL (1-9%) E R: RARO (<1%)......190

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Alcalinidade
ANOVA	Análise de variância
BAR	Barragem
Bio Ci	Biovolume de <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
Bio Mo	Biovolume de <i>Monoraphidium contortum</i>
C	Período Chuvoso
C	Dominância
<i>C. raciborskii</i>	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
CE	Condutividade Elétrica
CCA	Análise de Correlação Canônica
ChlA	Clorofila A
Chloro	Chlorophyceae
Ciano	Cianobactérias
Cinor	Carbono inorgânico
CO ₂ Livre	Dióxido de Carbono livre
CO ₂ total	Dióxido de Carbono total
CO ₃ ⁻²	Carbonato
COD	Carbono Orgânico Dissolvido
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COT	Carbono Orgânico Total
CT	Carbono Total
D	Riqueza de espécie
Dens Ci	Densidade de <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
Dens Mo	Densidade de <i>Monoraphidium contortum</i>
Dens T	Densidade Total
NID	Formas Nitrogendadas Dissolvidas
NO ₂	Nitrito
NO ₃	Nitrato
E	Eqüidade
EC	Eixo Central
Feo	Feofitina
H'	Diversidade
HCO ₃	Bicarbonato
MANOVA	Análise Multivariada
<i>M. contortum</i>	<i>Monoraphidium contortum</i>

NTK	Nitrogênio Total Kjeldahl
OD	Oxigênio Dissolvido
P	Fósforo
PCA	Análise dos Componentes Principais
pH	Potencial Hidrogeniônico
Prof	Profundidade
RSFA	Radiação Solar Fotossinteticamente Ativa
RSFA inc	Radiação Solar Fotossinteticamente Ativa Incidente
S	Período Seco
T	Temperatura
TDH	Tempo de Detenção Hidráulico
TDP	Fósforo Total Dissolvido
Vol Ci	Volume de <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
Vol Mo	Volume de <i>Monoraphidium contortum</i>
Zaf	Zona Afótica
Zeuf	Zona Eufótica
Zmix	Zona de Mistura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	23
2. HIPÓTSES.....	25
3. OBJETIVO.....	27
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
5. MATERIAL E MÉTODOS	
5.1. Caracterização da Área de Estudo.....	
5.1.1. Bacia do rio Sorocaba.....	36
5.1.2. O reservatório de Itupararanga	37
5.2. Amostragem	39
5.3. Dados Hidrometeorológico	
5.3.1. Precipitação, vazão e tempo de detenção hidráulico.....	42
5.3.2. Radiação Solar	42
5.4. Variáveis Abióticas	
5.4.1. Temperatura da Água, pH, Condutividade elétrica e Oxigênio Dissolvido.....	42
5.4.2. Alcalinidade e Formas de Carbono.....	43
5.4.3. Nutrientes.....	43
5.5. Variáveis Bióticas	
5.5.1. Determinação da biomassa fitoplancônica por contagem direta.....	43
5.5.2. Determinação da biomassa fitoplancônica por biovolume.....	44
5.5.3. Determinação da biomassa fitoplancônica por concentração de pigmentos.....	45
5.5.4. Determinação de Cianotoxinas.....	45
5.6. Análise dos dados.....	46
6. RESULTADOS	
6.1. VARIAÇÃO DIÁRIA	
6.1.1 Dados Hidrometeorológicos.....	48
6.1.2. Temperatura da Água, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido.....	56
6.1.3. Alcalinidade e Formas de Carbono.....	60
6.1.4. Nutrientes.....	68
6.1.5. Biomassa fitoplancônica por densidade.....	77
6.1.6. Biomassa fitoplancônica por biovolume.....	89

6.1.7. Biomassa fitoplanctônica por concentração de pigmentos.....	94
6.1.8. Cianotoxinas	96
6.1.9. Análise Estatística.....	97
6.2. VARIAÇÃO NICTEMERAL	
6.2.1. Dados Hidrometeorológicos.....	100
6.2.2. Temperatura da Água, pH, Condutividade elétrica e Oxigênio Dissolvido.....	104
6.2.3. Alcalinidade e Formas de Carbono.....	109
6.2.4. Nutrientes.....	116
6.2.5. Biomassa fitoplancônica por densidade.....	125
6.2.6. Biomassa fitoplancônica por biovolume.....	135
6.2.7. Biomassa fitoplancônica por concentração de pigmentos.....	137
6.2.8. Cianotoxinas	140
6.2.9. Análise Estatística.....	141
7. DISCUSSÃO.....	147
8. CONCLUSÃO.....	157
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
ANEXO 1.....	171
ANEXO 2.....	181

1. INTRODUÇÃO

O principal uso dos reservatórios artificiais de água é a geração de energia, porém no Brasil estes sistemas têm sido utilizados de diversas maneiras, tais como controle de vazão, abastecimento de água, descarga de efluentes, áreas de lazer (esportes náuticos, praias artificiais, navegação e pesca), entre outros. Nos últimos anos, estes sistemas, graças aos seus usos múltiplos e a ocupação do seu entorno, encontram-se em processo acelerado de eutrofização, que, por sua vez, pode trazer problemas de saúde pública e redução dos usos múltiplos.

Um problema muito frequente em ambientes eutrofizados é a proliferação de Cianobactérias. Estes organismos procariontes e fotossintetizantes podem produzir toxinas extremamente agressivas causadoras desde irritações na pele até problemas no sistema nervoso de animais e humanos.

O reservatório de Itupararanga (SP), foco de estudo desta pesquisa de doutorado, está localizado na bacia do Rio Sorocaba (UGRHI 10- Tietê/Sorocaba), e esta entre os maiores reservatórios desta UGRHI (Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos). Os principais rios formadores deste reservatório são Sorocamirim e Sorocabuçu e a área da bacia abrange os municípios de Alumínio, Cotia, Ibiúna, Mairinque, Piedade, São Roque, Vargem Grande Paulista e Votorantim, com área de drenagem de 11.829 km².

Como em outros reservatórios, em Itupararanga também é possível identificar a presença de usos múltiplos. Seus principais usos são a geração de energia para a Votorantim metais e o abastecimento de água dos municípios de Votorantim e Sorocaba. Além disso, em seu entorno existem cultivos agrícolas (morango, hortaliças e chá) e condomínios residenciais, que liberam resíduos com pouco ou nenhum tratamento diretamente na água. A pesca, esportes náuticos e praias artificiais também são comuns no local.

Trabalhos em reservatórios no Brasil trazem a constatação do aumento no processo de eutrofização e a ocorrência de Cianobactérias potencialmente tóxicas, especialmente da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*. No caso específico do reservatório de Itupararanga, existem poucos trabalhos publicados sobre a estrutura da comunidade fitoplânctonica, já que se observa a presença desta Cianobactéria.

Fatores como estabilidade da coluna de água, tempo de detenção hidráulico, operação da barragem, disponibilidade de nutrientes, radiação solar, temperatura, vento, entre outros são responsáveis pela distribuição e composição do fitoplâncton. O conhecimento dos padrões de variação temporal e espacial da comunidade fitoplânctonica em reservatórios é uma ferramenta muito útil para os programas de gestão, controle e

monitoramento da qualidade de suas águas e também da estrutura da cadeia trófica desses sistemas.

Ao final desta pesquisa, pretende-se fornecer subsídios úteis para incrementar o plano de manejo sustentável da área, visando o monitoramento de ocorrência de Cianobactérias e cianotoxinas, pois este reservatório é utilizado principalmente para abastecimento público e recreação, evitando assim o comprometimento da saúde da população.

Esta pesquisa foi realizada juntamente com outras pesquisas no Projeto Temático “Contribuição ao conhecimento do ciclo do carbono no reservatório de Itupararanga como subsídio para a sustentabilidade da bacia hidrográfica do rio Sorocaba (SP)”, coordenado pela Professora Titular Maria do Carmo Calijuri e financiado pela FAPESP (Nº Processo: 08/55636-9) desde 2009. Este projeto temático teve como principal objetivo o entendimento da dinâmica do metabolismo do carbono no Reservatório de Itupararanga buscando contribuir com a sustentabilidade dos recursos hídricos.

2. HIPÓTESE

A presente pesquisa fundamentou-se nas seguintes hipóteses relacionadas à comunidade fitoplanctônica do reservatório de Itupararanga:

- ☞ Nas diferentes épocas do ano (seca e chuvosa) presume-se que as variáveis abióticas da água sejam diferentes, e com isto espera-se observar qual variável está relacionada com a variação na estrutura da comunidade fitoplancônica neste sistema.
- ☞ Como o tempo de geração dos organismos fitoplancônicos é pequeno, cerca de um dia, espera-se que os distúrbios do ambiente, alterarem a comunidade fitoplancônica e esta volte ao seu estado de equilíbrio.
- ☞ Como se tem observado o aumento de Cianobactérias, principalmente de *Cylindrospermopsis raciborskii* no reservatório, presume-se a presença de cianotoxinas na água, e que estas concentrações podem variar ao longo do tempo, trazendo sérios problemas de saúde pública.

3. OBJETIVO

Esta pesquisa teve como objetivo principal o estudo da heterogeneidade espacial (vertical e horizontal) e variabilidade temporal (variação nictemeral e diária) da comunidade fitoplanctônica, em duas épocas do ano (período seco e chuvoso), em um reservatório artificial localizado na Bacia do rio Sorocaba (São Paulo, Brasil), e que tem apresentado, nos últimos anos, crescente processo de eutrofização artificial. A partir do exposto foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Determinar os fatores ambientais definidores dos padrões de heterogeneidade espacial e variabilidade temporal da comunidade fitoplancônica no reservatório de Itupararanga.
- ✓ Avaliar a estrutura da comunidade fitoplancônica em biomassa (densidade de organismos, biovolume celular, concentração de clorofila), abundância relativa, riqueza e diversidade de espécie.
- ✓ Determinar o potencial tóxico, pelo método ELISA, de espécies de Cianobactérias predominantes no reservatório, considerando os períodos de variação diária e nictemeral.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Reservatórios são sistemas aquáticos artificiais que reúnem propriedades semelhantes a rios e lagos, ou seja, eles possuem características dinâmicas horizontais de rios e verticais dos lagos. Esses seguem gradiente longitudinal ao longo do continuo fluvial, em direção a barragem, que permite distinguir três regiões distintas, com propriedades físicas, químicas e biológicas próprias (Thornton, 1990).

Segundo o autor (op. cit.) estas zonas distintas podem ser divididas em: zona de rio, onde ocorre à entrada de afluentes, os quais, consequentemente, transportam intensa quantidade de nutrientes, e partículas, que, juntamente com a turbulência, aumentam a turbidez da coluna de água e diminui a produção primária. A segunda região pode ser chamada de zona de transição onde ocorrem maior sedimentação e aumento da penetração de radiação solar fotossinteticamente ativa. E, finalmente, a zona lacustre próxima à barragem, onde podem ocorrer limitações de nutrientes devido à intensa sedimentação, levando à inibição do crescimento do fitoplâncton. Esta zona também sofre grande influencia da ação dos ventos e da operação da barragem.

Variações morfológicas, tempo de detenção hidráulico, estratificação térmica, padrões climáticos e localização geográfica, influenciam fortemente nas variações limnológicas dos reservatórios (THORTON, 1990; STRASKRABA e TUNDISI, 1999). Para auxiliar no entendimento da dinâmica dos reservatórios é importante compreender além das características físicas e químicas, a mudança da comunidade fitoplanctônica (NOGUEIRA et al., 1999), já que estes organismos são os principais responsáveis pela produção primária, na maioria dos reservatórios, e exercem importância fundamental no metabolismo dos sistemas aquáticos, pois influenciam diretamente na cadeia alimentar do sistema (CALIJURI et al., 1999; CALIJURI et al., 2002).

Como nos sistemas aquáticos naturais, os reservatórios podem apresentar variabilidade espacial e temporal na estrutura da comunidade fitoplanctônica.

Vários trabalhos descrevem a estrutura da comunidade fitoplanctônica em reservatórios brasileiros. Dentre eles, destacam-se os trabalhos de DOS SANTOS e CALIJURI, 1998; BOUVY et al., 2000; FIGUEREDO e GIANI, 2001; CALIJURI et al., 2002; FALCO e CALIJURI, 2002; RAMIREZ e BICUDO, 2002; TUCCI e SANT'ANNA, 2003; SILVA et al., 2005; TRAIN et al., 2005; MOURA et al., 2007; BORGES et al., 2008; CROSSETTI et al., 2008; DELLAMANO-OLIVEIRA et al., 2008; BECKER et al., 2009; FIGUEREDO e GIANI, 2009 e em outros países os de McINTIRE et al., 2007; SALMASSO e PADISÁK, 2007; CABECINHA et al., 2009; CUNHA e CALIJURI, 2011; CUNHA, 2012.

Entretanto, apenas o trabalho de Cunha (2012), descreveu a variação espacial e temporal da estrutura da comunidade fitoplancônica no reservatório de Itupararanga (SP). Porém o autor analisou somente a variação sazonal, sendo importante conhecer a variação da comunidade fitoplancônica em escalas temporais, como a diária e nictemeral, justificando assim a importância desta pesquisa.

Os autores citados acima observaram a influência de diversos fatores determinantes da distribuição e composição da comunidade fitoplancônica em reservatórios, tais como: estabilidade da coluna de água, tempo de detenção hidráulico, operação da barragem, disponibilidade de nutrientes, radiação solar fotossinteticamente ativa (RSFA), temperatura, substâncias tóxicas, agentes patogênicos, predação. Além desses fatores endógenos, o uso e ocupação do solo no entorno do reservatório também repercutem no padrão da comunidade fitoplancônica, temporal e espacialmente.

Segundo Train et al. (2005), Figueiredo e Giani (2001) e Calijuri e dos Santos (1996), nos Reservatórios Paranoá (Distrito Federal), Pampulha (MG) e Barra Bonita (SP), respectivamente, a estabilidade da coluna de água (estratificação) e altas temperaturas, no verão, permitiram a dominância da Cianobactéria *Microcystis* sp. Enquanto que Becker et al. (2009), no reservatório de Faxinal (RS), observaram a presença de *Anabena* sp. Estes autores também observaram a presença de *Cryptomonas* sp. (Criptophyceae), *Aulacoseira* sp. (Bacillariophyceae) e *Trachelomonas* sp. (Euglenophyceae) em períodos de mistura (inverno), sendo estes organismos favorecidos pela ressuspensão de matéria orgânica e biomassa fitoplancônica do hipolímnio.

Rangel et al. (2012), observaram que a estratificação térmica da coluna de água favoreceu a variação heterogênea vertical da biomassa da comunidade fitoplancônica, tanto no período chuvoso como no seco, em um lago raso em Ribeirão Preto (SP).

Outro fator que pode controlar o crescimento do fitoplâncton é a operação da barragem. Segundo Henry et al. (2006), em um reservatório localizado na cidade de São Paulo, quando o tempo de detenção hidráulico do sistema é muito baixo (período de chuvoso) a renovação da água pode diminuir a quantidade de organismos e nutrientes no sistema. Corroborando com os autores, Train et al. (2005) acrescentam que a idade do reservatório também é determinante para a distribuição espaço-temporal do fitoplâncton. Em estudos comparativos da produção de biomassa fitoplancônica em três reservatórios no Paraná, os autores observaram que nos reservatórios de Rosana e Salto do Vau (construídos em 1986 e 1959, respectivamente) por serem mais antigos e com menor tempo de detenção hidráulico (TDH) (próximo a 19 dias), a biomassa foi mais baixa e esteve associada a baixa concentração de nutrientes e alta RSFA. Enquanto que no reservatório de Traí, construído em 2000 e com TDH superior a um ano, as altas concentrações de

nitrogênio e fósforo foram responsáveis pela turbidez e pelos elevados valores de biomassa fitoplanctônica.

O fósforo e nitrogênio podem ser considerados nutrientes limitantes para o crescimento da comunidade fitoplânctonica. Dzialowski et al. (2005) determinaram que o crescimento do fitoplâncton não é limitado apenas por falta de apenas um dos nutrientes mas pela relação de combinação destes. O autor se baseia na relação descrita por Guildford e Hecky (2000), relação nitrogênio total e fósforo total (NT:PT):

- Para relação NT:PT < 20: ocorre limitação por nitrogênio;
- Para relação NT:PT entre 20 e 50: ocorre co-limitação;
- Para relação NT:PT > 65: ocorre limitação por fósforo.

Segundo Kim et al. (2007), a relação NT:PT é determinante nas florações de Cianobactérias em reservatórios eutróficos. Kenesi et al. (2009) observaram que as Cianobactérias *Cylindrospermopsis raciborskii* apresenta melhor crescimento e mantém alta biomassa em ambientes com limitação de fósforo, desde que haja disponibilidade de amônia ou nitrato.

Vargas (2012), em ensaios de laboratório simulando diferentes graus de trofia, observou que em experimentos com a menor relação NT:PT estudada (28:1) não houve deficiência no crescimento de *C. raciborskii* quando em interação com *Monoraphidium contortum*.

Os organismos fitoplânticos apresentam um tempo de vida curto e respondem rapidamente as variações constantes de radiação solar e de concentração de nutrientes. De acordo com Calijuri et al. (1999), Calijuri e dos Santos (2001), Henry et al. (2006) e Alexander e Imberger (2009), a RSFA também pode ser limitante para o fitoplâncton, principalmente em ambientes eutrofizados ou em situações em que o sombreamento reduz a penetração de luz e a zona eufótica. Em vários reservatórios brasileiros, a RSFA é considerada o principal fator limitante, principalmente nos períodos de alta precipitação, uma vez que nesses períodos é comum o aumento da turbidez causada pela maior quantidade de material particulado carreado para os sistemas aquáticos.

O uso e ocupação do solo no entorno dos reservatórios também é um fator relevante a ser considerado em estudos sobre a comunidade fitoplânctonica.

No reservatório de Itupararanga (SP), objeto desta pesquisa, foram identificados usos múltiplos como recreação, agricultura, abastecimento público dos municípios de Votorantim e Sorocaba e geração de energia elétrica. Apesar de poucos estudos terem sido publicados sobre este ambiente, observa-se aumento no seu grau de trofia, devido aos padrões de uso e ocupação no seu entorno. Alguns municípios e condomínios situados na

bacia de drenagem deste reservatório não têm tratamento ou trata de forma ineficiente o esgoto, podendo até ser lançado in natura.

Segundo Calijuri et al. (2006), nos últimos anos, tem-se observado aumento de florações da Cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii* em reservatórios eutrofizados. De acordo com resultados de coletas prévias, realizadas em 2009, no reservatório de Itupararanga, destaca-se a predominância dessa espécie tanto em período seco como chuvoso.

A presença desta espécie de Cianobactéria pode trazer problemas em mananciais e comprometer a saúde da população, pois estes organismos podem produzir toxinas extremamente agressivas. De acordo com Tucci e Sant'anna (2003), Calijuri et al. (2006) e Sant'anna et al.(2006), a *C. raciborskii* pode produzir as exotoxinas cilindrospermopsinas e saxitoxinas (alcaloídes) que atingem o sistema nervoso e endotoxinas (polissacarídeos e lipídeo-A) que são irritantes ao contato com a pele.

Ocorreram dois casos de intoxicação por cianotoxinas em pacientes de clínicas de hemodiálise no Brasil. O mais grave, que acarretou a morte de 76 pessoas, 100 pacientes desenvolveram insuficiência hepática aguda e 131 pacientes apresentaram distúrbios visuais, náuseas e vômitos após o tratamento de hemodiálise de rotina, ocorreu em 1996, em Caruaru/PB. Foram realizadas análises na água da clínica de diálise e de soro e tecido hepático de pacientes, sendo identificada a presença de microcistina e cilindrospermopsina (CARMICHAEL et al., 2001). E o outro ocorreu em 2001, no Rio de Janeiro, sem vítimas fatais devido às baixas concentrações encontradas (SOARES, 2006).

Devido a estes problemas causados pelas cianotoxinas teve-se início a preocupação com ocorrência de Cianobactérias, potencialmente tóxicas, nos corpos de água e a necessidade de criação de legislações específicas para o controle da qualidade da água que apresenta densidades altas destes organismos.

A Portaria nº2.914/11, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, estabelece análise da água quando for detectado a presença de Cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, com densidade acima de $20.000 \text{ células.mL}^{-1}$. Segundo esta mesma portaria o limite máximo permitido de cianotoxinas é de $1\mu\text{g.L}^{-1}$ de cilindrospermopsina e microcistina e de $3\mu\text{g.L}^{-1}$ de saxitoxina.

Costa et al. (2006), em estudos no Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (Rio Grande do Norte, Brasil), relacionaram a predominância de *C. raciborskii*, no período chuvoso, com as maiores concentrações de saxitoxinas, pressupondo que essa toxina foi produzida pela *Cylindrospermopsis sp.* No período de seca, *Microcystis sp.*, *C. raciborskii*

e *Aphanizomenon* sp. coexistiram e as concentrações de saxitoxinas e microcistinas foram baixas.

De acordo com Tucci e Sant'Anna (2003), a partir da década de 1990, com o aumento da eutrofização em lagos e reservatórios no Brasil, começaram a surgir referências da ocorrência de *C. raciborskii*. Entre os trabalhos estão os de Branco e Senna (1994, 1996) no Lago Paranoá (DF), Souza et al. (1998) na Represa Billings (SP); Bouvy et al. (1999, 2000) em reservatórios de Pernambuco, Komárová et al. (1999) na Lagoa do Peri (SC), Huszar et al. (2000) e Chepalla e Costa (2003) no Reservatório Gargalheiras (RN), Costa et al. (op. cit), Figueiredo et al. (2007) e Figueiredo e Giani (2009), na Lagoa Santa (MG).

O sucesso de colonização desta espécie de Cianobactéria está associado a um conjunto de características morfológicas, fisiológicas e comportamentais. Ao contrário do que é observado em trabalhos realizados no Brasil, Reynolds et al. (2002), classificam as *Cylindrospermopsis* sp. No grupo funcional SN, ou seja, estas são tolerantes a baixas concentrações de nitrogênio e fósforo, e habitam águas bem misturadas e quentes. Estas características são justificadas, pois as Cianobactérias possuem estruturas granulares que funcionam como depósitos de fósforo e heterócitos capazes de fixar nitrogênio atmosférico. Também apresentam aerótopos podendo assim controlar a flutuabilidade ao longo da coluna de água otimizando a sua atividade fotossintética; ampla tolerância térmica, geralmente mais altas do que em outros grupos fitoplâncticos (SHAPIRO, 1990 e BRIAND et al., 2004), e à baixa luminosidade devido à presença de pigmentos acessórios como as ficobilinas, que são mais eficientes na absorção de RSFA; dispersão fácil e resistência ambiental, pois apresenta acinetos; resistência à herbivoria pelo zooplâncton, devido à produção de toxinas (Padisák, 1997).

Corroborando com os autores acima Tucci e Sant'Anna (2003) observaram que as florações de *Cylindrospermopsis raciborskii*, no Lago das Garças (SP), ocorreram no período de alta disponibilidade de nitrogênio, alta temperatura da água, baixos valores de transparência da água e ausência de macrófitas aquáticas que favorecem a ciclagem de nutrientes.

Bouvy et al.(2000) estudaram a ocorrência de *Cylindrospermopsis* sp. em 39 reservatórios no estado de Pernambuco, dos quais em 31 deles detectou-se a presença desta Cianobactéria e em 17 esse gênero representou 50% da densidade total do fitoplâncton. Os autores encontraram relação do florescimento deste organismo com baixas concentrações de amônia e ao fenômeno El Niño, que apresenta altas temperaturas e baixa pluviosidade, reduzindo o volume de água, aumentando o TDH, estratificações e a penetração da RSFA.

Alguns autores (PIERSMA e DRENT, 2003; BRIAND et al., 2004; KOKOCIŃSKI et al., 2010; LITCHMAN, 2010; MEHNERT et al., 2010; SPERFELD et al., 2010; EVERSON et al., 2011 e BONILA et al., 2012) observaram diferentes fenótipos de *C. raciborskii* em um mesmo ambiente, e que estes fenótipos apresentam plasticidades diferentes, permitindo assim estes organismos em habitar diferentes ambientes com limites de tolerância maiores, aumentando o seu potencial invasivo e permitindo a coexistência com outras espécies.

A predação também é um fator controlador da comunidade fitoplanctônica. Para observar a interação entre a comunidade zooplânctonica e a fitoplânctonica, foi realizada, juntamente com esta pesquisa, a avaliação da comunidade zooplânctonica, do reservatório de Itupararanga, por Giron (2013). A autora observou dominância dos grupos *Chaoborus*, Cladocera (*Bosmina freyi*) e Copepoda.

Ferrão-Filho; Azevedo e Demott, (2000) e Ferrão-Filho et al. (2008; 2009), observaram que a presença de saxitoxina pode causar danos na capacidade natatória de cladóceros e Copepodes, porém os Copepodes são capazes de diferenciar as cepas tóxicas e não-tóxicas das Cianobactérias (DEMOTT e MOXTER, 1991).

O hábito alimentar dos cladóceros e dos Copepodes já foram estudado por diversos autores (BOUVY et al. 2001; PANOSO et al., 2003, HAMBRIGHT et al., 2007; KÂ et al., 2012; HONG et al., 2013; BOLLENS et al., 2013) e estes observaram que os Copepodes preferem se alimentar de Chlorophyceae, porém na fase adulta eles também podem se alimentar de Cianobactérias, caso as Chlorophyceae não estejam em abundância.

Para entender o hábito alimentar do Cladocera *Bosmina freyi*, organismo dominante no reservatório de Itupararanga, Magalhães (2014) realizou experimentos de herbivoria, alimentando *B. freyi* com cepas de *C.raciborskii* e *M.contortum*. A autora observou a preferência da *B. freyi*, em se alimentar da Cianobactéria *C.raciborskii*, mesmo quando foram oferecidas cepas tóxicas.

Devido aos vários fatores reguladores dos processos em ambientes aquáticos (naturais e artificiais), torna-se evidente a necessidade de pesquisas científicas que relacionem os efeitos das mudanças nas condições ecológicas ao metabolismo aquático, por meio do conhecimento do comportamento das comunidades.

Pretende-se, com esta pesquisa, contribuir para o conhecimento sobre a dinâmica da comunidade fitoplânctonica em diferentes escalas temporais (sazonal, nictemeral e diárias) e espacial, de um reservatório tropical, pois estes organismos são responsáveis pela captação e fixação da energia solar e organização espacial e temporal das redes tróficas de ambientes naturais e artificiais Nesta pesquisa também será realizada avaliação do potencial tóxico de espécies de Cianobactérias que podem afetar a biota e gerar graves problemas de saúde pública.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Caracterização da Área de Estudo

5.1.1. *Bacia do rio Sorocaba*

A bacia do rio Sorocaba está localizada na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHI) número 10, denominada Tietê/Sorocaba, no Estado de São Paulo, Brasil. Abrange os municípios de: Alambari, Alumínio, Anhembi, Araçariguama, Araçoiaba da Serra, Bofete, Boituva, Botucatu, Cabreúva, Capela do Alto, Cerquilho, Cesário Lange, Conchas, Ibiúna, Iperó, Itu, Jumirim, Laranjal Paulista, Mairinque, Pereiras, Piedade, Porangaba, Porto Feliz, Quadra, Salto de Pirapora, São Roque, Sarapuí, Sorocaba, Tatuí, Tietê, Torre de Pedra, Vargem Grande Paulista e Votorantim (SEMA, 2007).

De acordo com a Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo, a referida bacia está inserida nas seguintes províncias geomorfológicas: Planalto Atlântico, Depressão Periférica e Cuestas Basálticas. O Médio Tietê Superior compreende o trecho do rio Tietê que vai da barragem de Pirapora até a barragem de Barra Bonita. São oito os reservatórios instalados nessa UGRHI, sendo que os maiores são: Itupararanga, Rasgão, Porto Góes e Barra Bonita.

O reservatório de Itupararanga é o mais importante instalado na Bacia do rio Sorocaba, utilizado para gerar energia para Votorantim Metais (antiga Companhia Brasileira de Alumínio- CBA), com área de drenagem que chega a ocupar 1/6 da área da bacia. Este reservatório, assim como os demais instalados nessa UGRHI, é utilizado para a geração de energia e regularização das vazões (SEMA, 2007).

Entre as atividades econômicas da Bacia destaca-se a atividade industrial, principalmente em Sorocaba, Votorantim e Alumínio. Na agricultura, o cultivo de braquiária ocupa grandes extensões territoriais. Em menor escala, são encontradas culturas de milho e cana de açúcar em quase todos os municípios, além de extensas áreas de reflorestamento de eucalipto. Como polos de atividade terciária destacam-se Sorocaba, Botucatu e Itu (SEMA, 2007).

O território desta UGRHI contém áreas urbanas e rurais, sendo que na parte rural predominam pastagens e grandes áreas com cultura temporária de cana de açúcar e silvicultura. As principais atividades desenvolvidas são indústrias têxteis, alimentícias, química, mecânica, eletroeletrônica e agroindústrias (CETESB, 2006).

5.1.2. O reservatório de Itupararanga

O reservatório de Itupararanga localiza-se na Bacia Hidrográfica do rio Sorocaba, nas proximidades dos municípios de Votorantim e Ibiúna (Figura 1). Os formadores do rio Sorocaba são os rios Sorocamirim e Sorocabuçu. A área da bacia de drenagem da represa de Itupararanga abrange os municípios de Alumínio, Cotia, Ibiúna, Mairinque, Piedade, São Roque, Vargem Grande Paulista e Votorantim. A represa está localizada no alto curso do rio Sorocaba, maior afluente do rio Tietê pela margem esquerda.

O reservatório foi construído pela Light e entrou em operação em 1914. Algumas características deste reservatório podem ser observadas na Tabela 1. O Reservatório é utilizado para abastecimento dos municípios de Votorantim e Sorocaba, com captação realizada pelo SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) de Sorocaba, que utiliza $1,51 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ deste manancial. Possui uma usina hidrelétrica que é operada pela Votorantim Energia.

Tabela 1 – Características do reservatório de Itupararanga, Bacia do rio Sorocaba, SP

Altitude	710 m
Profundidade média	7,8 m
Área	20,9 km ²
Volume total	$286 \times 10^6 \text{ m}^3$
Uso preponderante	Abastecimento
Área de drenagem	936,5 km ²
Canal principal	26 km
Margem	192,8 km
Vazão máxima	$39,12 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

Fonte: Garcia, Freitas e Filho (1999); Smith e Petre (2001)

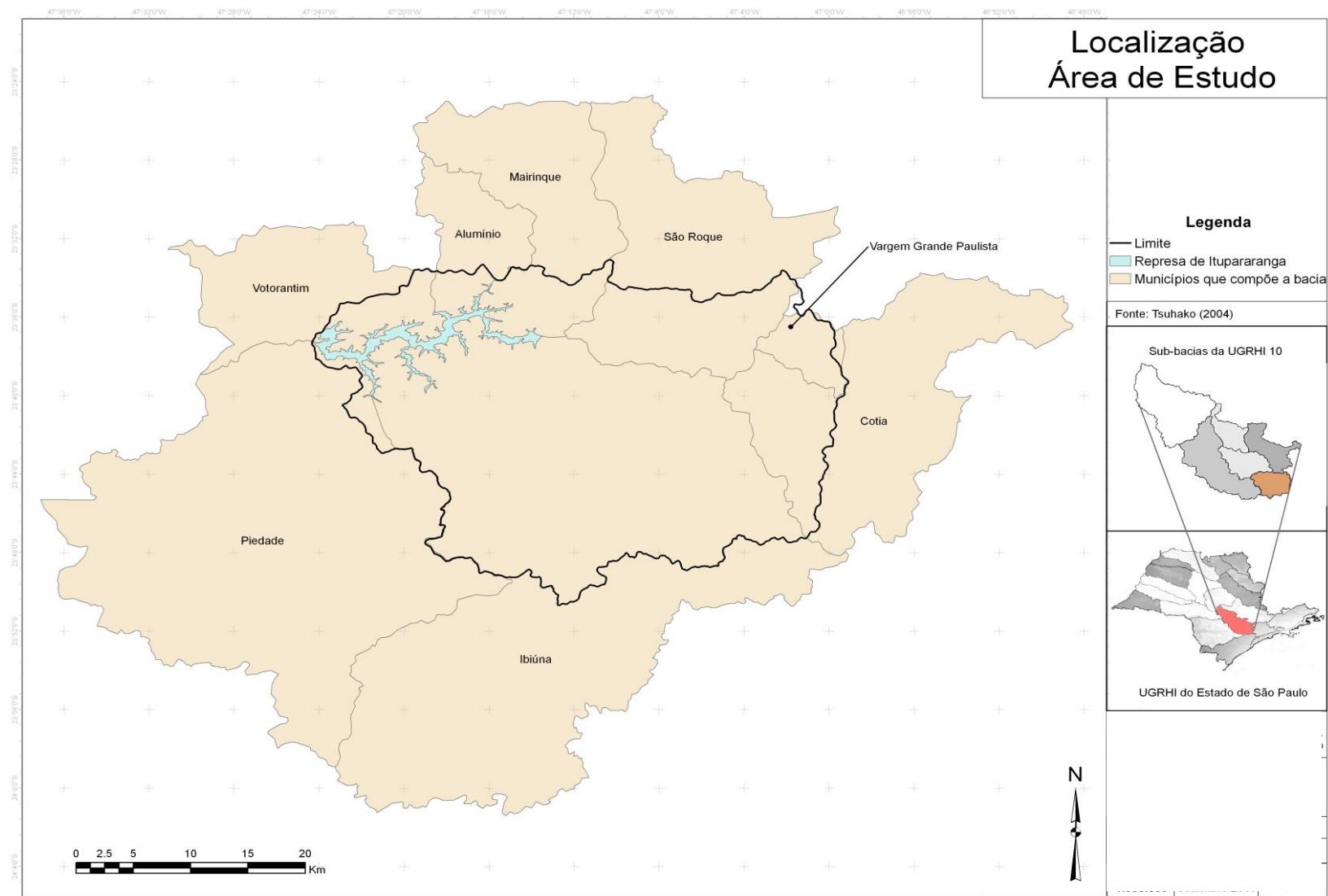


Figura 1: Localização do Reservatório de Itupararanga. Fonte: Secchin, 2012.

Nas áreas de drenagem, dos dois rios formadores da represa e do rio Sorocaba, concentram-se os maiores problemas ambientais, como uso agrícola intensivo, com pequenas áreas de cultivo de morango, cebola, batata, tomate, entre outros.

Este manancial ainda é considerado mesotrófico, apesar do uso agrícola e as construções imobiliárias, como chácaras e casas de recreio. De acordo com Garcia, Freitas e Filho (1999), em suas margens ainda é possível observar grandes porções contínuas de vegetação, importante como remanescente vegetal e refúgio de fauna.

5.2. Amostragem

No reservatório de Itupararanga, as amostragens foram realizadas em dois pontos (Figura 2 e 3), sendo o primeiro no eixo central do reservatório – EC ($S23^{\circ}36'24,8''$; $W 47^{\circ}18'00,9''$) e outro próximo a barragem – BAR ($S23^{\circ}36'51,6''$; $W 47^{\circ}23'26,1''$). As coletas foram realizadas em dois períodos distintos, fevereiro e julho de 2011, que caracterizaram a estação chuvosa e seca, respectivamente (variação sazonal). Em cada período, as amostras foram retiradas de quatro em quatro horas, caracterizando a variação nictemeral. Ainda foram coletadas amostras durante 10 dias consecutivos, no primeiro horário de amostragem (08h), caracterizando a variação diária.

A coleta do período chuvoso foi realizada entre os dias 1 e 10 de fevereiro, e as nictemerais foram realizadas do 2º para o 3º dia no EC e do 7º para o 8º dia em BAR. E no período seco foi realizada entre os dias 19 e 28 de julho, e as nictemerais foram realizadas do 2º para o 3º dia no EC e do 3º para o 4º dia em BAR.

Coletas em diferentes profundidades também foram realizadas, a saber: 100%, 50%, 25%, 10%, 1% da zona fótica e um na zona afótica (Zaf), caracterizando a variação vertical, que foram realizadas tanto na variação diária quanto na nictemeral.

No total foram analisadas 353 amostras nos diferentes períodos e profundidades amostradas.

Na Figura 4 está o diagrama que representa a heterogeneidade espacial (vertical e horizontal) e variabilidade temporal (variação nictemeral e diária) desenhado para esta pesquisa.

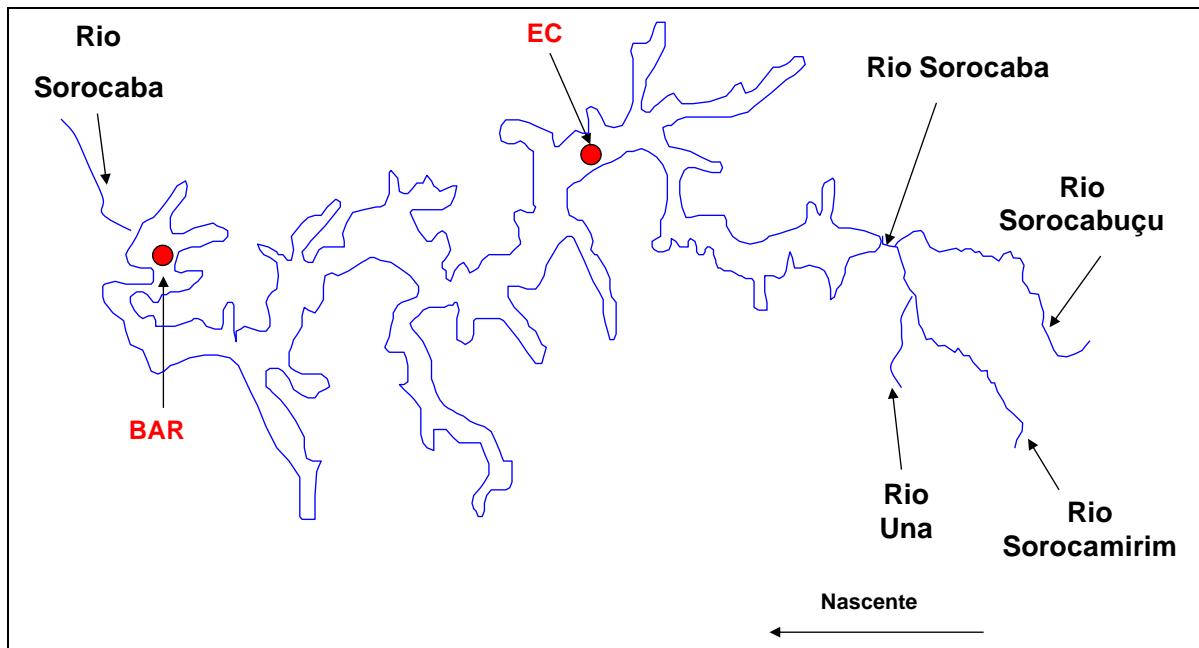


Figura 2: Localização dos pontos de amostragem (EC e BAR) no reservatório de Itupararanga (SP).



Figura 3: Fotos dos pontos de amostragem EC e BAR, respectivamente, no reservatório de Itupararanga (SP).

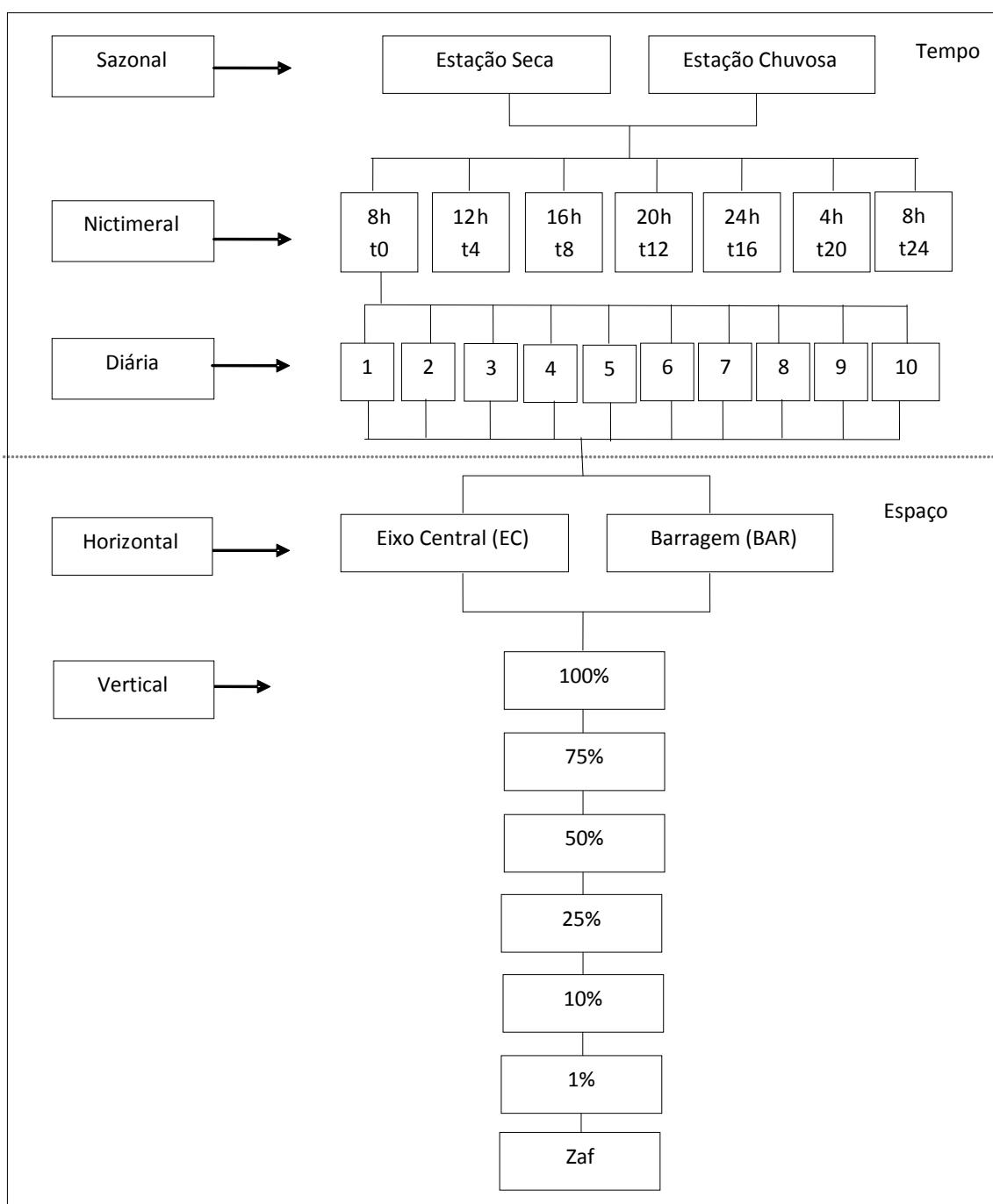


Figura 4: Diagrama de amostragem das escalas temporais e espaciais.

5.3. Dados Hidrometeorológicos

5.3.1. Precipitação, vazão e tempo de detenção hidráulico

Os valores de precipitação pluviométrica, vazão e cota média do nível de água foram obtidos com a Votorantim Energia, próximo a barragem, localizada no município de Votorantim-SP. O tempo de detenção hidráulico foi obtido utilizando-se a fórmula:

$$TDH_{(dias)} = \frac{V}{86400 \times Q}$$

Sendo: TDH: tempo de detenção hidráulico (dias);

V: volume do reservatório ($249,58 \cdot 10^6 m^3$).

86400: fator de conversão de segundos;

Q: vazão efluente ($m^3.s^{-1}$).

5.3.2. Radiação Solar

A radiação solar fotossinteticamente ativa incidente e subaquática ($\mu E.m^{-2}.s^{-1}$) foi determinada in situ com radiômetro esférico (Quanta Meter Li-Cor, LI-1.400), cuja faixa de sensibilidade está entre 400 – 700 nm. A radiação solar fotossinteticamente ativa subaquática foi medida a cada 25 cm da coluna de água.

5.4. Variáveis Abióticas

5.4.1. Temperatura da Água, pH, Condutividade elétrica e Oxigênio Dissolvido

A temperatura da água ($^{\circ}C$), condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$), oxigênio dissolvido (%) e $mg.L^{-1}$) e pH foram medidos a cada 10 cm na coluna de água, do reservatório, com equipamento multi-sonda (Yellow Springer, 556 MPS).

5.4.2. Alcalinidade e Formas de Carbono

A alcalinidade foi determinada no local de coleta de acordo com American Public Health Association (APHA, 2005) segundo metodologia para a titulação (método 2320B). A partir dos dados de pH e alcalinidade, foram calculadas as formas de carbono (gás carbônico total, gás carbônico livre, bicarbonato e carbonato) segundo Mackereth et al. (1978).

A determinação de carbono orgânico foi realizada segundo a metodologia descrita APHA (2005): carbono orgânico total (método 5310 B). As análises foram realizadas no laboratório de Biotoxicologia de Águas Continentais e Efluentes (Biotace/EESC/USP).

5.4.3. Nutrientes

As variáveis nitrogênio total Kjeldahl, nitrato, nitrito, fósforo total e ortofosfato foram realizadas de acordo com as metodologias descritas em APHA (2005): Nitrogênio Total Kjeldahl (método 4.500 Norg), Nitrogênio Ammoniacal (método 4.500NH3 B e C), Nitrato (método 4.500NO3 B), Nitrito (método 4.500NO2 B), Ortofosfato (método 4.500P E- ácido ascórbico) e Fósforo Total (método 4.500P E- digestão com persulfato).

As análises foram realizadas no laboratório de Biotoxicologia de Águas Continentais e Efluentes (Biotace/EESC/USP).

5.5. Variáveis Bióticas

5.5.1. Determinação da biomassa fitoplânctônica por contagem direta

A análise quantitativa e qualitativa do fitoplâncton foi feita pelo método das câmaras de sedimentação (UTHERMÖHL, 1958) e a densidade total ($\text{indivíduos.mL}^{-1}$) calculada segundo APHA (2005), sendo a unidade fundamental de contagem o campo do microscópio.

$$D_{(\text{org}/\text{mL})} = \frac{C \times At}{Af \times F \times V}$$

Sendo: D: densidade total ($\text{indivíduos.mL}^{-1}$);

C: número de organismos contados;

At: área total do fundo da câmara de sedimentação (mm^2);

Af: área do campo de contagem (mm^2);

F: número de campos contados;

V: volume da amostra sedimentada (mL).

Para a contagem do fitoplâncton, foram estabelecidos 30 campos de contagem. Considerou-se como um indivíduo os organismos unicelulares, filamentos de diatomáceas, colônias de Chlorophyceae, colônias e filamentos de cianobacterias.

A abundância relativa foi calculada considerando-se o número de indivíduos de cada espécie, em relação ao total de indivíduos, segundo descrito por McCullough e Jakson (1985):

50 a 100%	Organismos dominantes
30 a 49%	Organismos abundantes
10 a 29%	Organismos comuns
1 a 9%	Organismos ocasionais
<1%	Organismos raros

A diversidade específica, a eqüidade de SHANNON, a dominância específica e a riqueza de espécies, segundo o número de espécies presentes, foram calculadas de acordo com índices encontrados em Odum (1988).

Para a identificação do fitoplâncton foram utilizadas as chaves de classificação e bibliografias específicas (ANAGNOSTIDIS e KOMARÉK, 1986, 1988, 1989, 1998; BICUDO e MENEZES, 2006; BOURRELY, 1972, 1981, 2002; CASTRO et al., 1991; KOMÁREK e FOTT 1983; PARRA et al., 1980, 1983; PARRA et al., 1982; SANT'ANNA et al., 2006) e consultas a sites com imagens e descrições de espécies fitoplanctônicas (PROTIST INFORMATION SERVIER; CYANOSITE, entre outros).

5.5.2. Determinação da biomassa fitoplancônica por biovolume

Foram medidos o comprimento e a largura das células fitoplanctônicas de aproximadamente 25 indivíduos das espécies dominantes. Por meio da forma geométrica semelhante, o volume das espécies foram calculados e multiplicados pela densidade para obter-se a biomassa fitoplancônica em $\text{mm}^3 \cdot \text{mL}^{-1}$ (HILLEBRAN et al., 1999).

5.5.3. Determinação da biomassa fitoplancônica por concentração de pigmentos

Para a determinação da concentração da clorofila a e feofitina, as amostras foram filtradas em membranas de microfibra de vidro (Millipore AP 20; 47mm de diâmetro e 0,8-8,0 μm de porosidade), conservadas no freezer até o momento da extração. No laboratório, foi feita a extração com etanol 80%. A análise dos extratos foi feita por espectrofotometria seguindo a metodologia descrita em APHA (2005) e a leitura realizada nos comprimentos de ondas 665nm e 750nm. Para a determinação da clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e feofitina ($\mu\text{g.L}^{-1}$) foram utilizadas as fórmulas, descritas em Nush (1980) e modificadas segundo a Norma Holandesa (Nederlandse Norm- NEN 6520, 1981):

$$\text{Clorofila a} = 29,6 \times \{(Eu_{665} - Eu_{750}) - (Ea_{665} - Ea_{750})\} \times \frac{V}{V \times s} \quad (1)$$

$$\text{Feofitina} = 29,6 \times \{[1,7 \times (Ea_{665} - Ea_{750})] - (Eu_{665} - Eu_{750})\} \times \frac{V}{V \times s} \quad (2)$$

Onde: Eu: absorbância da amostra não acidificada;

Ea: absorbância da amostra acidificada;

V: volume do estrato (mL);

s: espessura da cubeta (cm);

29,6: Coeficiente de absorção específica da clorofila a;

1,7: Razão de rendimento da clorofila a não acidificada para acidificada.

5.5.4. Determinação de Cianotoxinas

Para a determinação de cilindrospermopsina, saxitoxina e microscistina, produzidas pelas Cianobactérias, foi realizada a extração total (extra e intracelular) das toxinas nas amostras ambientais, segundo a metodologia descrita por Berry e Lind (2010), Yilmaz et. al. (2008) e Torökne et al. (2004), que consiste em congelar e descongelar as amostras por quatro vezes antes de realizar a análise, permitindo que ocorra a lise de todas as células e liberando a toxina intracelular.

Os testes foram realizados pelo método do Ensaio de Imunoadsorvente Ligado a Enzima, ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay), que se baseia na reação

bioquímica resultante entre antígenos e anticorpos policlonais contra a toxina (CALIJURI et al. , 2006; SANTOS, 2009).

Foram utilizados kits em placa da Becon (Beacon Analytical Systems Inc., ME, EUA) e o processamento foi feito na leitora e lavadora de microplacas modelos Expert Plus e Atlantis (ASYS Hitech, Eugendorf, Austria), respectivamente.

5.6. Análise dos dados

Para descrever as mudanças nas variáveis abióticas e bióticas (clorofila e densidade) nas diferentes escalas amostrais, sazonal, diária e nictemeral foi feita análise de variância multivariada (MANOVA), admitindo o nível de corte de probabilidade de 5% ($P>0,05$). Em seguida foi avaliado individualmente (ANOVA) cada um dos fatores (localização espacial das estações, profundidade, diferentes dias e horários e sazonalidade). Com as variáveis correlacionadas foi realizada Análise de Componentes Principais (PCA) para a identificação e hierarquização dos dados. Estas análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Statistica 8.0®.

6. RESULTADOS

6.1. VARIAÇÃO DIÁRIA

6.1.1 Dados Hidrometeorológicos

A Figura 5 apresenta a precipitação anual total do período de 1915 a 2011. A precipitação média deste período foi de 1400 mm. Em 2011, período em que ocorreu a coleta, a média foi de 1248 mm.

A Figura 6 apresenta a precipitação mensal total de janeiro a julho de 2011. Como esperado, janeiro e fevereiro foram os meses mais chuvosos (240,7 e 138,0 mm, respectivamente), maio e setembro os mais secos (21, e 5,25mm, respectivamente).

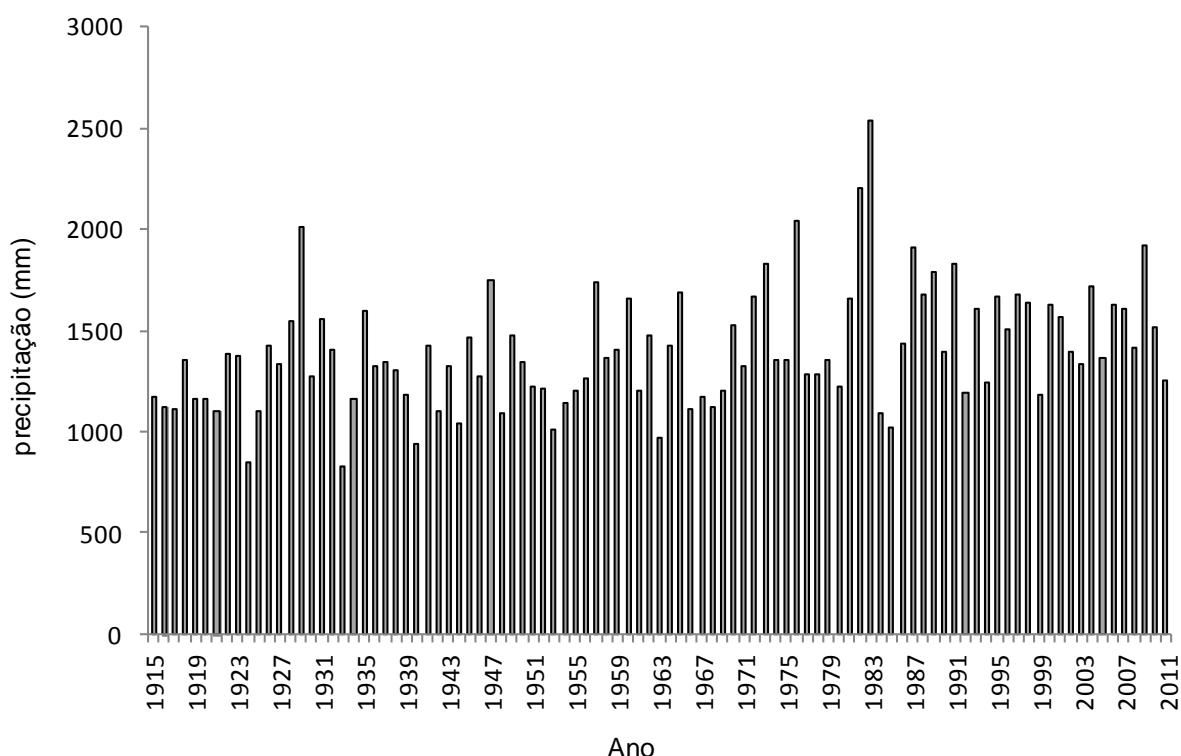


Figura 5: Precipitação anual total (mm), no município de Votorantim-SP durante o período de 2005 a 2011. A amostragem de 2011 foi a soma de janeiro a setembro.

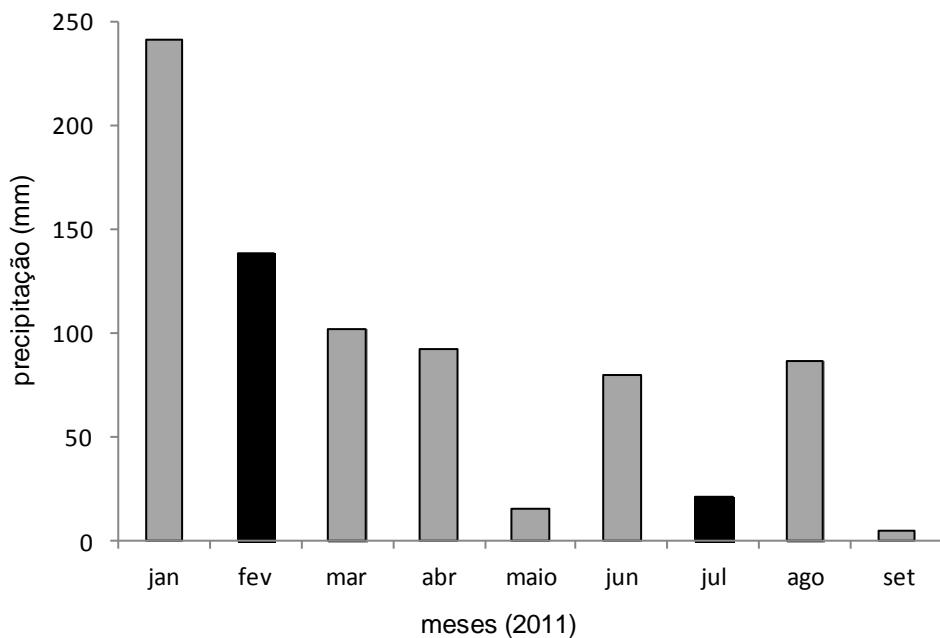


Figura 6: Precipitação mensal total (mm), no município de Votorantim-SP durante o período de janeiro a julho de 2011. Os meses em preto representam os períodos de amostragem.

Ocorreram pequenas precipitações durante o período de amostragem de fevereiro (Figura 7), considerado período chuvoso, principalmente nos dias 1 (4,5mm), 6 (1,5mm), 7 (0,75mm), 8 (17,5mm), 9 (0,25mm) e 10 (13,0mm). Na de amostragem de julho (Figura 8), considerado período seco, ocorreram precipitações nos dias 19 (0,25mm), 20 (0,25mm), 22 (0,25mm), 23 (0,25mm), 26 (25,0mm) 27 (3,75mm) e 28 (0,25mm).

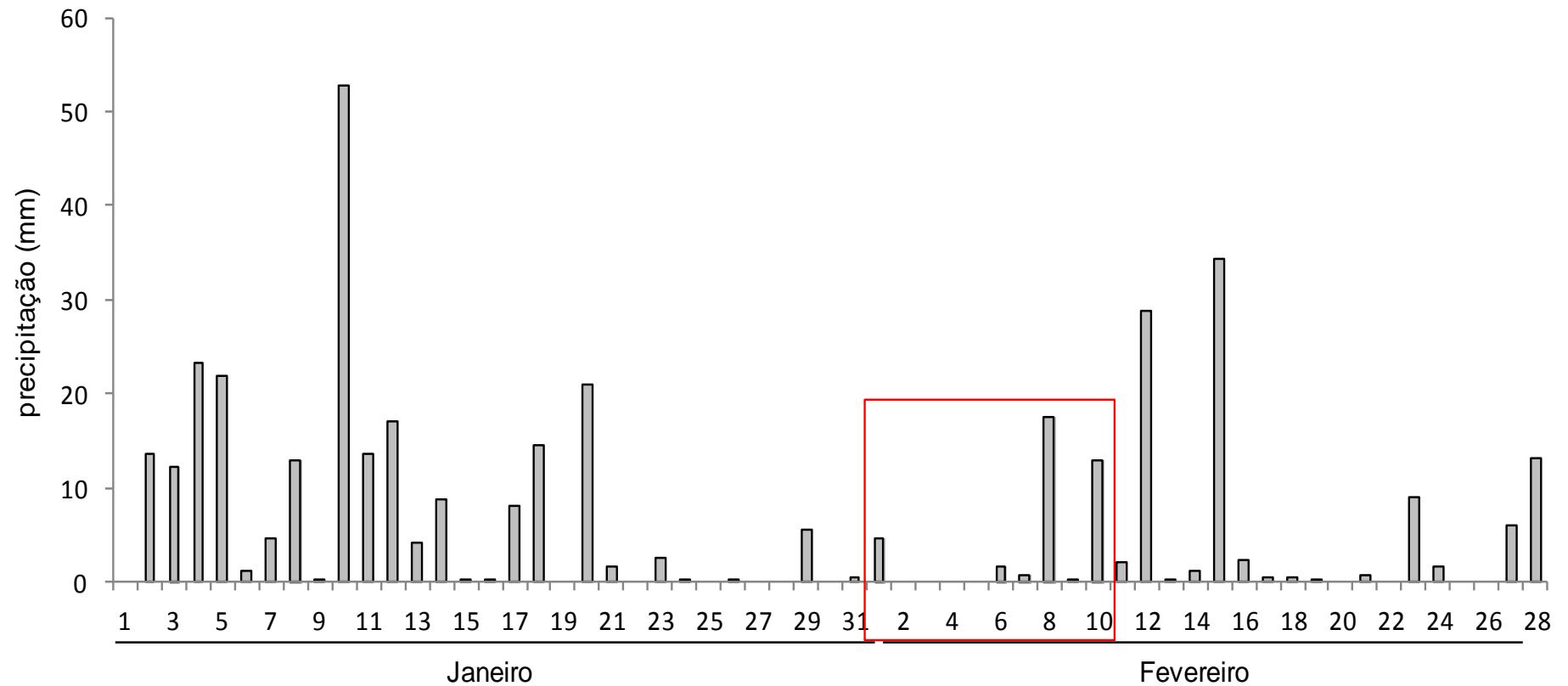


Figura 7: Precipitação diária (mm), no município de Votorantim-SP durante o período de janeiro e fevereiro de 2011. Os dias marcados em vermelho representam os dias de amostragem.

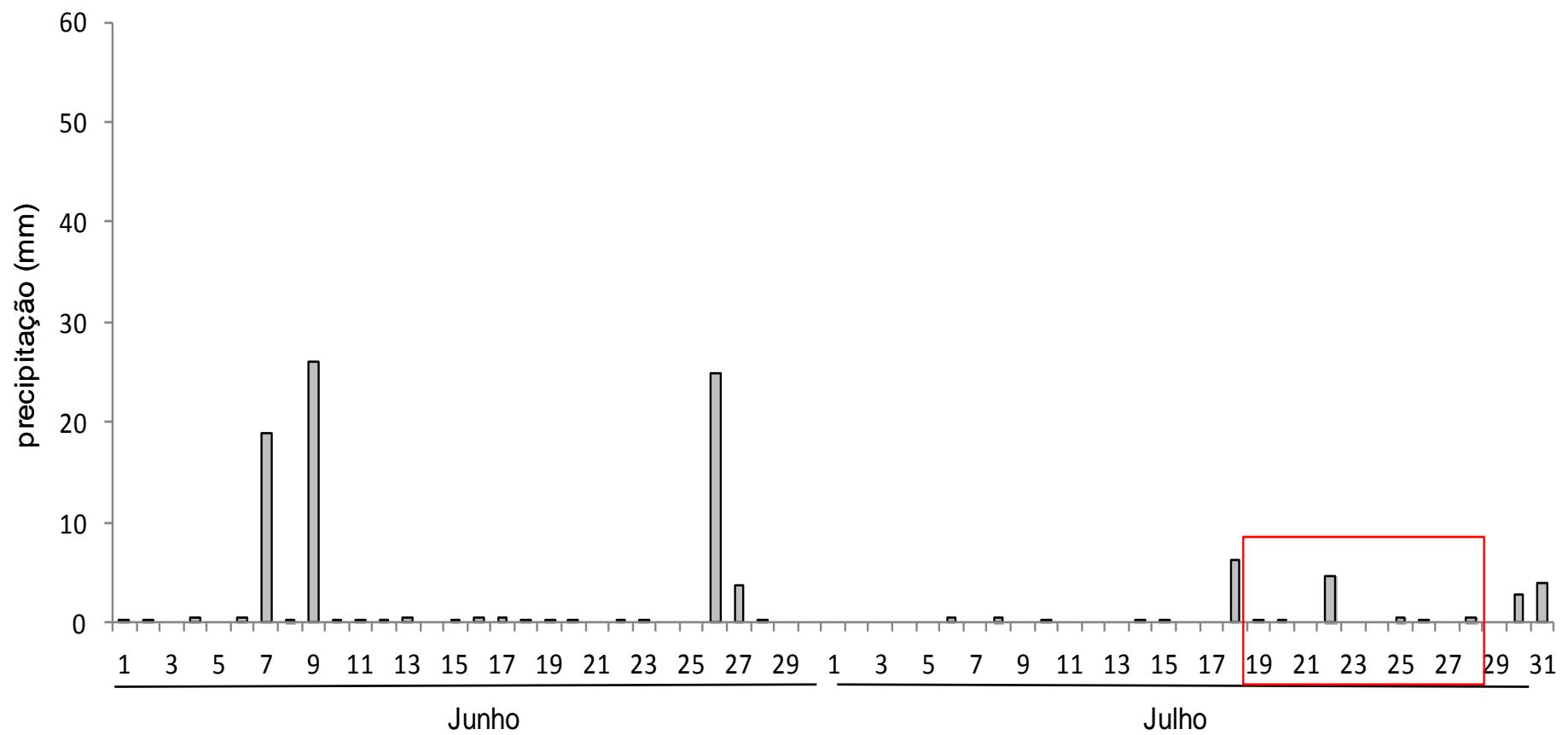


Figura 8: Precipitação diária (mm), no município de Votorantim-SP durante o período de junho e julho de 2011. Os dias marcados em vermelho representam os dias de amostragem.

Tabela 2: Valores médios de Vazão, Cota média do nível de água e Tempo de detenção Hidráulico (TDH), de janeiro a setembro de 2011, no reservatório de Itupararanga.

Meses (2011)	Vazão ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$)	Cota (m)	TDH (dias)
Janeiro	24,20	823,28	112
Fevereiro	10,35	823,31	228
Março	9,20	823,76	220
Abril	8,75	824,06	267
Maio	9,20	823,96	486
Junho	9,66	823,66	379
Julho	9,12	823,39	522
Agosto	10,03	822,90	449
Setembro	10,75	822,42	749

Os valores médios de Vazão, cota média do nível de água e tempo de detenção hidráulico (TDH) estão apresentados na tabela 2. O maior valor de vazão foi obtido em janeiro ($24,20 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e o menor em abril ($8,75 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$). A cota média do nível de água manteve-se entre 822,42 e 824,06m. O maior TDH ocorreu em setembro (749 dias) e o menor em janeiro (112 dias).

Os valores de radiação solar fotossinteticamente ativa (RSFA) incidente em EC e BAR estão apresentados na Tabela 3. Em EC, os maiores valores de RSFA incidente foram observados no período chuvoso $2.186,0$ e $2.043,0 \mu\text{E}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (8° e 6°) e o menores, no período seco $159,6$ e $166,6 \mu\text{E}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (5° e 2° dia).

Em BAR, os valores de RSFA incidente, no período chuvoso, variaram entre $2101,00$ e $128,9 \mu\text{E}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (5° e 4° dia). Por outro lado no período seco a variação entre os dias de amostragem foi menor sendo que os valores encontrados estavam entre $2.063,00$ e $1.028,00 \mu\text{E}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (1° e 4° dia).

Os perfis de porcentagem de RSFA subaquática estão apresentados na Figura 9, nos dois períodos analisados, a radiação chegou a 1% antes dos 4,0m de profundidade, exceto na amostragem do período chuvoso, em BAR.

A atenuação da radiação solar incidente ao atingir a sub-superfície da coluna de água em EC variou de 29 e 48% (5° e 10° dia) no período chuvoso e 22 a 37% (2° e 8° dia) no seco, enquanto que em BAR, a variação esteve entre 30 e 49% (3° e 1° ; 10° dia), no chuvoso e de 25 a 82% no (4 e 10° dia) seco.

Nas duas estações de coletas não houve variação sazonal da zona eufótica (Zeu) nos períodos estudados. As profundidades da zona eufótica e afótica (Zaf) estão apresentadas na Figura 10.

Em EC, a maior Zeu foi de 5,0m no período chuvoso (4ºdia) e 5,5m no seco (5ºdia) e a menor foi de 3,0m no período chuvoso (3ºdia) e no seco (4ºdia). Enquanto que em BAR, a maior Zeu foi de 6,0m no período chuvoso (5ºdia) e 6,5m no seco (2ºdia) e a menor foi de 3,0m no chuvoso (7ºdia) e no seco (1ºdia).

Tabela 3: Radiação Solar Fotossinteticamente Ativa incidente ($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) e Profundidade da Zona de mistura (Zmix, m) em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

	EC				BAR			
	Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco	
	RSFA inc.	Zmix						
	($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	(m)	($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	(m)	($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	(m)	($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	(m)
1ºdia	202,8	3,0	1287,0	2,5	1649	3,0	2063	1,5
2ºdia	1232,0	3,5	166,6	2,5	1026	2,5	1913	1,1
3ºdia	895,4	4,0	1117,0	1,0	1172	1,5	1850	3,5
4ºdia	570,3	3,5	191,0	1,4	129	6,0	1028	0,7
5ºdia	1950,0	0,9	159,6	4,5	2101	0,6	1654	-
6ºdia	2043,0	0,6	399,9	1,2	1955	0,7	1841	-
7ºdia	1563,0	1,2	297,9	4,5	387	6,0	1982	0,7
8ºdia	2186,0	3,0	1561,0	3,5	1934	6,5	1969	3,5
9ºdia	1786,0	3,5	857,0	2,0	1981	1,5	1853	1,2
10ºdia	1909,0	1,1	634,3	2,5	812	2,0	1883	0,6

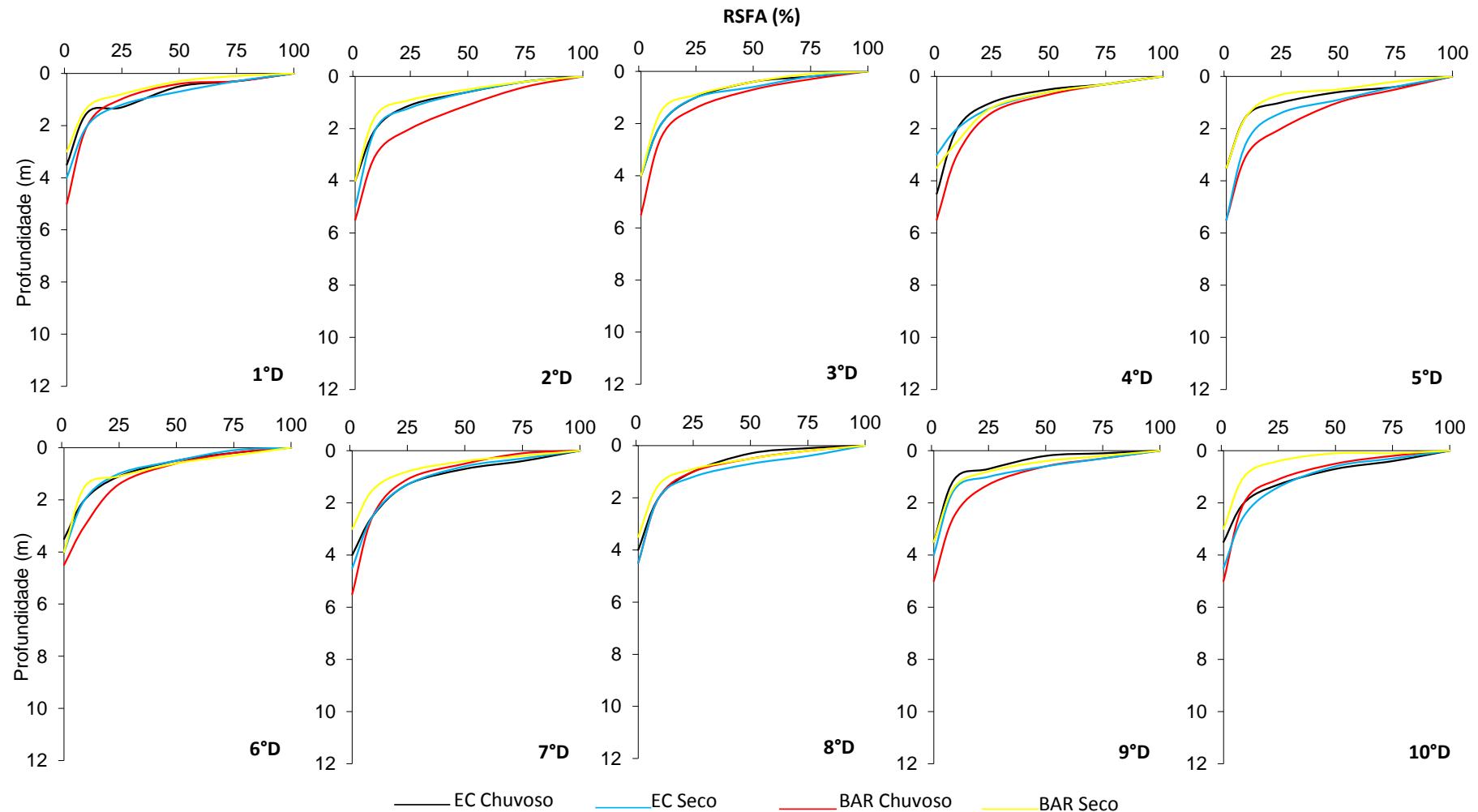


Figura 9: Radiação Solar Fotossinteticamente Ativa (%) em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

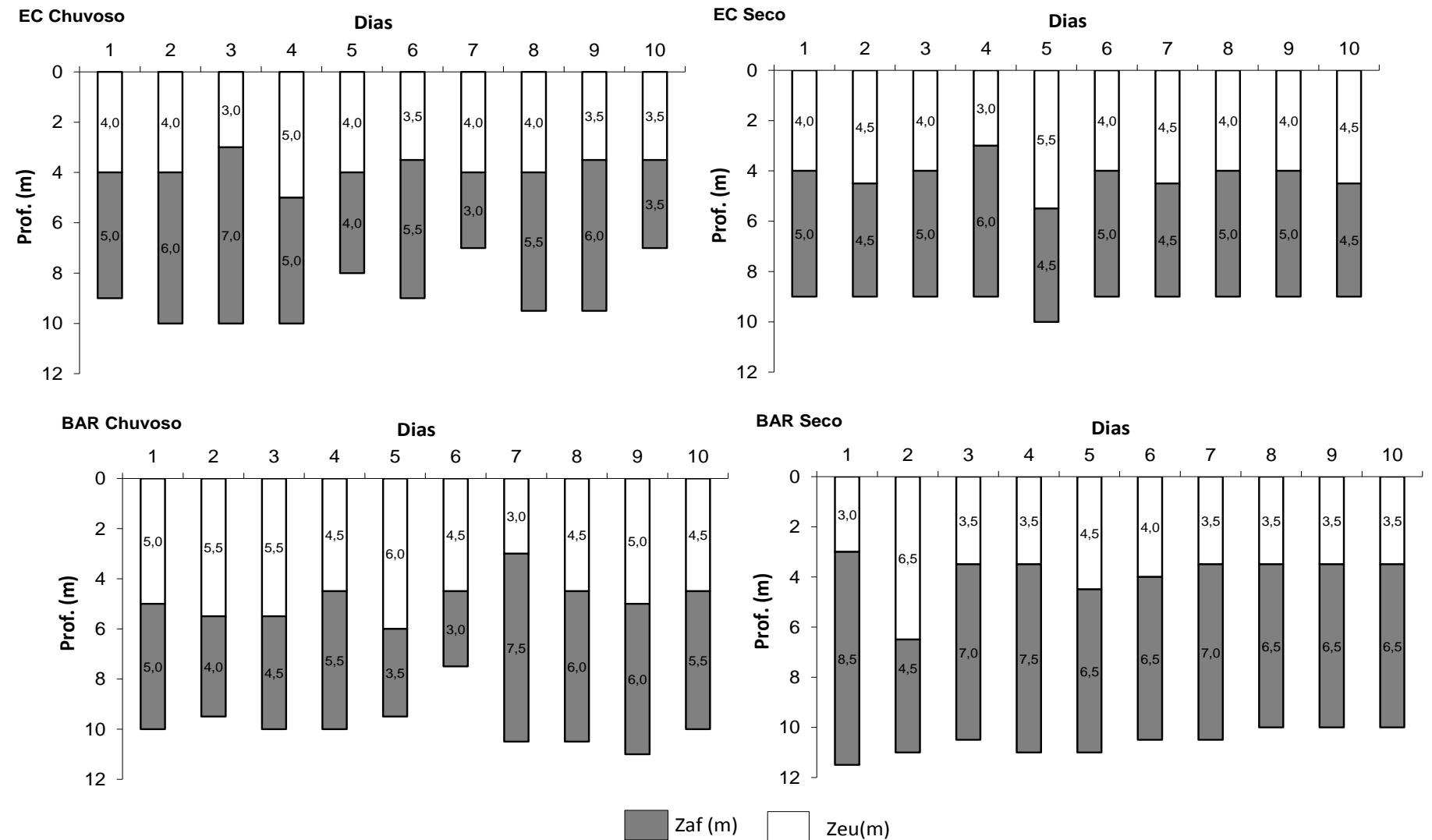


Figura 10: Profundidade da zona eufótica (Zeu) e da zona afótica (Zaf), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

6.1.2. Temperatura da Água, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido

As isolíneas da temperatura da água são apresentadas na Figura 11. Nas duas estações de amostragem foram observadas variações sazonais com as maiores temperaturas da água no período chuvoso e as menores no período seco, porém não foram observadas variações diárias em EC e BAR.

Ocorreram estratificações térmicas no período chuvoso em todos os dias, nas duas estações amostradas. No entanto, no período seco foram observadas apenas microestratificações em EC, na maioria dos dias amostrados, exceto nos dias 7, 8, 9 e 10, nos quais a coluna de água permaneceu homogênea.

Os valores de temperatura da água, em EC, variaram entre 22,65 (3ºdia, 11,0m) e 27,30°C (1ºdia, 0m), no período chuvoso e entre 15,81 (3ºdia, 11,0m) e 18,41°C (3ºdia, 0m). Em BAR, os maiores valores obtidos foram no período chuvoso, variando entre 22,47 (3ºdia, 11,0m) e 26,98°C (1ºdia, 0m) e os menores no seco, entre 16,48 (1ºdia, 11,0m) e 18,47°C (2ºdia, 0,5m).

Na Figura 12 estão apresentadas as isolíneas do pH obtidas em EC e BAR durante 10 dias de amostragem no período chuvoso e seco de 2011. Como observado para a temperatura da água, os valores de pH tiveram maiores oscilações no período chuvoso nas duas estações, enquanto que no período seco a coluna de água permaneceu homogênea. Não foi possível observar variação diária para nenhuma das estações.

No período chuvoso, os valores de pH em EC variaram entre 8,36 e 3,95 no 6º e 2ºdia, respectivamente. No período seco, esta variação esteve entre 7,97 e 5,79 no 2º e 10ºdia, respectivamente. Em BAR, os valores estiveram entre 8,24 e 4,01 (4º e 2ºdia), no período chuvoso e entre 9,00 e 4,78 (5º e 4ºdia, respectivamente), no seco.

Na Figura 13 estão apresentadas as isolíneas de condutividade elétrica obtidos no período chuvoso e seco, em EC e BAR. Em ambas as estações, a condutividade apresentou oscilações ao longo da coluna de água. Em EC a condutividade elétrica variou entre 34 e 172 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (3ºdia, 1,4m e 8º dia, 11,0m, respectivamente), no período chuvoso e entre 20 e 189 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (3ºdia, 0,2m e 9º dia, 0,3m, respectivamente), no seco.

Em BAR a condutividade elétrica teve a maior variação no período chuvoso, entre 30 e 168 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (2ºdia, 1,1m e 6,0m, respectivamente) do que no período seco, entre 16 e 99 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (1ºdia, 0,1m e 7º dia, 9,0m, respectivamente).

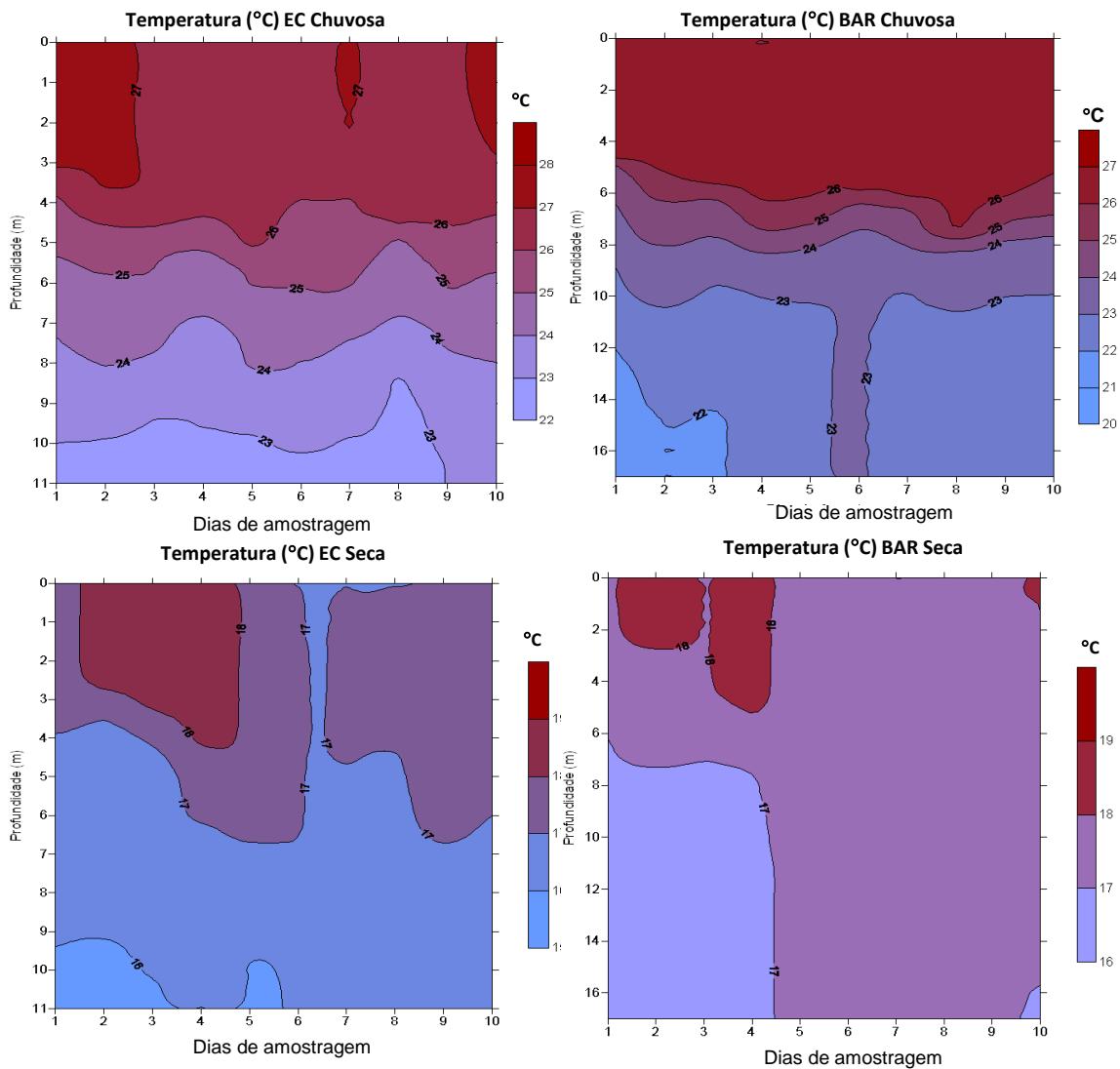


Figura 11: Isolíneas de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

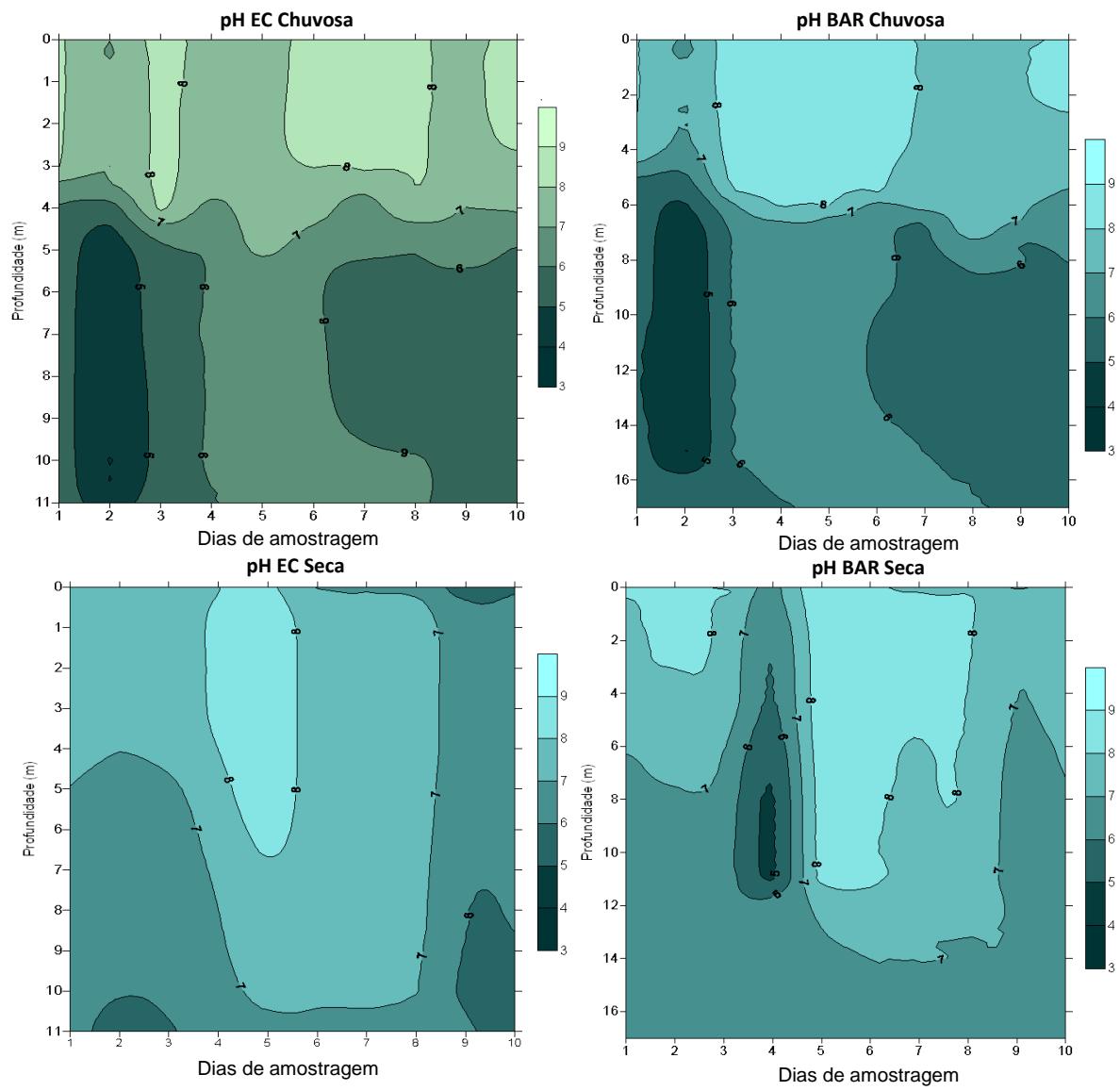


Figura 12: Isolíneas de pH, em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

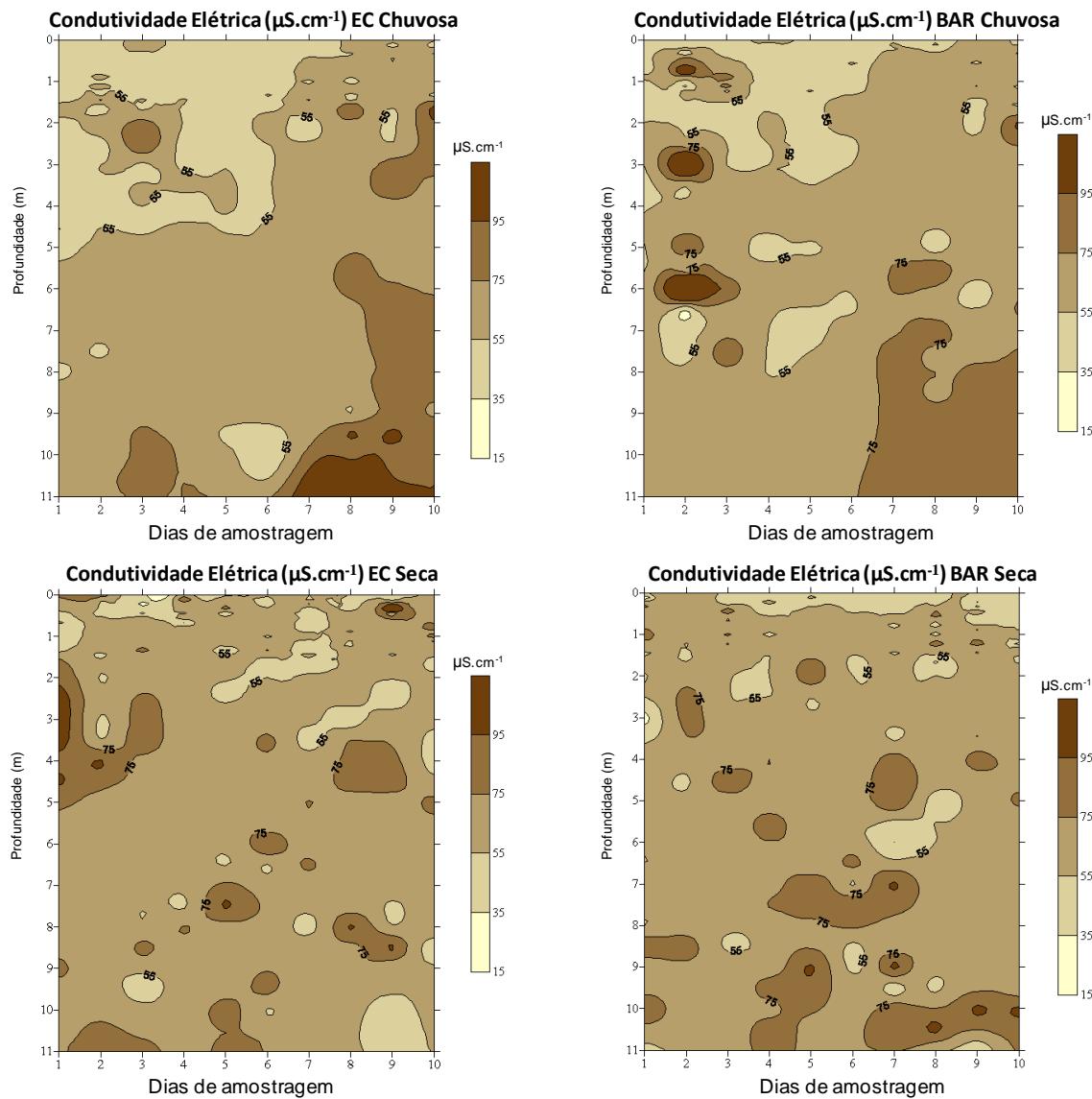


Figura 13: Isolíneas de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

As isolíneas para a concentração de oxigênio dissolvido (OD) estão apresentadas na Figura 14. Para esta variável foi observada variação sazonal, sendo que as maiores concentrações de OD foram obtidas no período seco e as menores no chuvoso, nas duas estações de amostragem. No entanto, não foi observada variação diária nas duas estações.

Em BAR, no período seco, a coluna de água esteve praticamente homogênea para OD com concentrações variando entre $10,04$ (10°dia) e $6,60 \text{ mg.L}^{-1}$ (3°dia). Neste mesmo período, foram observadas as maiores concentrações de OD em EC variando também ao longo da coluna de água, com maiores concentrações próximas à superfície ($10,16 \text{ mg.L}^{-1}$, 1°dia) e as menores no fundo ($1,80 \text{ mg.L}^{-1}$, 2°dia).

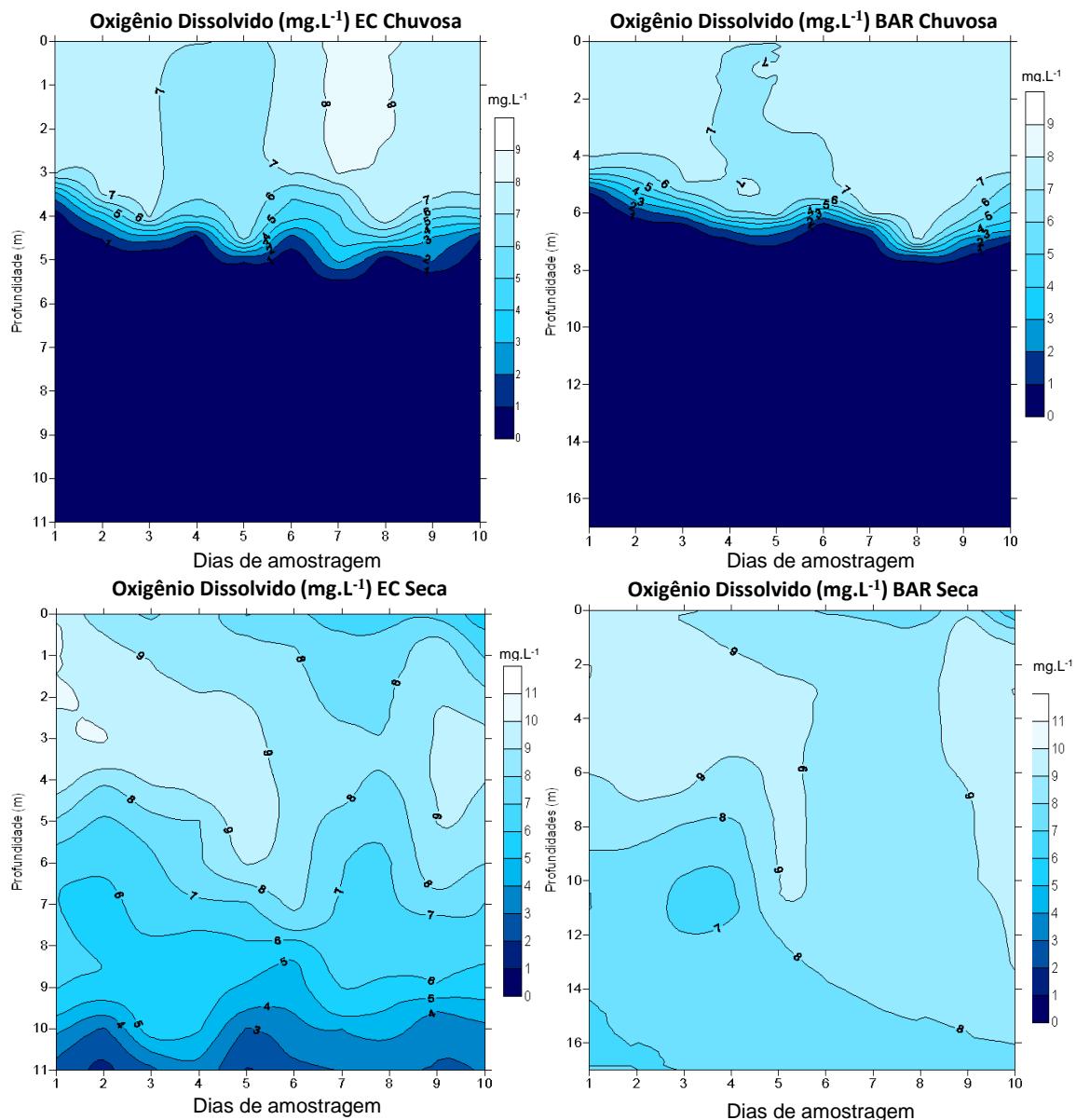


Figura 14: Isolíneas de concentração de oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

6.1.3. Alcalinidade e Formas de Carbono

As concentrações de alcalinidade, dióxido de carbono total, dióxido de carbono livre, bicarbonato e carbonato em EC e BAR estão apresentadas nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. Não foi observada variação diária e sazonal nos dias de amostragem. A alcalinidade manteve-se constante na superfície, próximo a $0,5 \text{ meq.L}^{-1}$, nos dois períodos estudados, porém foi observado aumento próximo ao último ponto de amostragem (Zaf) chegando a $1,0 \text{ meq.L}^{-1}$.

As concentrações de dióxido de carbono total e dióxido de carbono livre seguiram o mesmo padrão observado na alcalinidade, ou seja, não foi observada variação diária e sazonal nos dias de amostragem. As menores concentrações de dióxido de carbono total obtidas foram $19,01 \text{ mg.L}^{-1}$, em EC (1ºdia, seco, 0m) e $19,16 \text{ mg.L}^{-1}$, em BAR (8ºdia, chuvoso, 3m), e as maiores $54,84 \text{ mg.L}^{-1}$, em EC (9ºdia, chuvoso, 9m) e $38,35 \text{ mg.L}^{-1}$, em BAR (7ºdia, seco, 10,5m).

As concentrações dióxido de carbono livre variaram entre $0,05 \text{ (2ºdia, chuvoso, 0,6m)}$ e $21,82 \text{ mg.L}^{-1}$ (3ºdia, seco, 10m), em EC e entre $0,06 \text{ (2ºdia, chuvoso, 2m)}$ e $11,64 \text{ mg.L}^{-1}$ (7ºdia, seco, 7m), em BAR.

Para as concentrações de bicarbonato também não foram observadas variações diárias e sazonais. As concentrações de bicarbonato mantiveram-se constante na superfície da coluna de água, próximo a 30 mg.L^{-1} , nos dois períodos amostrados, apenas com variação nos últimos metros da coluna de água, no período chuvoso, nas duas estações, chegando a 50 mg.L^{-1} (4ºdia, 10m), em EC e $48,78 \text{ mg.L}^{-1}$ (9ºdia, 9m), em BAR.

Variação vertical na concentração de carbonato foi observada nos dias 1, 2, 6, 7 e 10, no período chuvoso, com maiores valores encontrado até 4m de profundidade, nas duas estações amostradas. No período seco, as maiores concentrações desta variável foram observadas nos dois primeiros dias de coleta, nessa mesma profundidade.

Tabela 4: Alcalinidade (meq.L^{-1}) e formas de carbono, em EC nos períodos chuvoso e seco de 2011 (CO_2t : dióxido de carbono total; CO_2l : dióxido de carbono livre ; HCO_3^- : bicarbonato; CO_3^{2-} : carbonato). Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

	EC - Chuvoso						EC - Seco					
	Prof	Alcalin.	CO_2t	CO_2L	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Prof	Alcalin.	CO_2t	CO_2L	HCO_3^-	CO_3^{2-}
	m	meq.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	m	meq.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}
1ºDia	0,0	0,56	23,46	0,05	30,85	1,58	0,0	0,42	19,01	0,44	25,61	0,13
	0,5	0,51	21,95	0,10	29,48	0,80	0,7	0,44	19,35	0,32	26,20	0,18
	1,2	0,50	21,60	0,12	29,14	0,63	2,0	0,43	19,29	0,33	26,10	0,17
	2,0	0,51	22,14	0,10	29,76	0,79	4,0	0,43	26,27	7,16	26,49	0,01
	4,0	0,54	26,32	2,73	32,66	0,04	9,0	0,42	32,56	13,92	25,85	0,00
	9,0	0,70	40,27	9,67	42,40	0,02						
2ºDia	0,0	0,56	23,59	0,06	31,21	1,39	0,0	0,44	19,24	0,13	26,05	0,43
	0,6	0,55	23,03	0,05	30,19	1,63	0,6	0,45	19,78	0,12	26,76	0,48
	1,1	0,54	22,84	0,05	29,98	1,59	1,2	0,49	21,41	0,14	28,98	0,50
	2,0	0,54	22,61	0,05	29,77	1,48	2,5	0,46	20,23	0,13	27,38	0,47
	4,0	0,54	28,51	4,70	32,99	0,02	5,0	0,48	27,42	6,48	29,03	0,01
	10,0	0,78	45,20	10,80	47,67	0,02	9,0	0,48	32,52	11,57	29,04	0,01
3ºDia	0,0	0,47	21,00	0,33	28,43	0,22	0,0	0,45	20,47	0,87	27,11	0,07
	0,6	0,46	20,43	0,25	27,70	0,27	0,6	0,45	20,87	1,20	27,21	0,05
	1,1	0,48	21,32	0,23	28,90	0,33	1,2	0,43	19,89	0,96	26,19	0,06
	2,0	0,46	20,30	0,32	27,48	0,21	2,5	0,44	20,39	1,07	26,73	0,06
	4,0	0,46	20,93	0,77	27,85	0,09	5,0	0,44	27,02	7,52	27,02	0,01
	10,0	0,66	50,76	21,82	40,12	0,01	9,0	0,43	31,51	12,65	26,14	0,00
4ºDia	0,0	0,49	21,95	0,64	29,42	0,12	0,0	0,45	23,11	3,28	27,47	0,02
	0,5	0,49	22,33	0,78	29,77	0,10	0,6	0,43	20,50	1,50	26,30	0,04
	1,0	0,48	21,65	0,75	28,87	0,10	1,2	0,43	20,67	1,58	26,42	0,04
	2,0	0,46	20,88	0,73	27,84	0,09	1,5	0,44	23,22	3,85	26,83	0,02
	5,0	0,53	31,73	8,57	32,11	0,01	3,0	0,45	29,36	9,65	27,32	0,01
	10,0	0,82	48,99	12,80	50,17	0,02	9,0	0,44	22,20	2,80	26,87	0,02
5ºDia	0,0	0,45	20,42	0,53	27,43	0,13	0,0	0,44	22,04	2,72	26,75	0,02
	0,6	0,47	20,92	0,52	28,13	0,14	0,9	0,44	22,59	3,15	26,94	0,02
	1,1	0,48	21,39	0,42	28,88	0,18	1,4	0,45	21,70	1,84	27,50	0,03
	2,0	0,46	20,27	0,31	27,44	0,22	2,5	0,44	21,88	2,49	26,87	0,02
	4,0	0,47	21,47	0,72	28,66	0,10	5,5	0,44	22,78	3,42	26,82	0,02
	8,0	0,70	39,83	8,97	42,76	0,02	9,0	0,45	33,96	14,03	27,62	0,00
6ºDia	0,0	0,47	20,50	0,22	27,79	0,32	0,0	0,44	23,90	4,70	26,60	0,01
	0,5	0,48	21,11	0,21	28,60	0,36	0,6	0,45	24,90	4,89	27,72	0,01
	1,1	0,49	21,51	0,20	29,14	0,39	1,2	0,44	23,39	3,94	26,95	0,02
	2,0	0,47	20,85	0,25	28,26	0,30	2,0	0,44	24,85	5,44	26,90	0,01
	3,5	0,48	23,14	1,84	29,48	0,04	3,5	0,45	24,14	4,56	27,13	0,01
	9,0	0,70	43,02	12,20	42,71	0,01	9,0	0,45	29,22	9,42	27,44	0,01
7ºDia	0,0	0,47	20,58	0,15	27,84	0,48	0,0	0,46	25,67	5,62	27,78	0,01
	0,6	0,52	22,37	0,08	29,86	1,03	0,6	0,45	26,02	6,22	27,43	0,01
	1,3	0,50	21,52	0,08	28,75	0,95	1,3	0,45	25,78	6,16	27,20	0,01
	2,0	0,50	21,40	0,11	28,78	0,73	2,5	0,45	26,55	6,80	27,37	0,01
	4,0	0,46	23,10	2,66	28,31	0,03	4,5	0,45	26,59	6,93	27,26	0,01
	7,0	0,76	45,97	12,35	46,59	0,02	9,0	0,45	29,92	10,08	27,50	0,01
8ºDia	0,0	0,46	20,33	0,30	27,52	0,23	0,0	0,38	26,92	10,37	22,95	0,00
	0,4	0,46	20,21	0,21	27,39	0,33	0,7	0,44	24,04	4,67	26,83	0,01
	1,1	0,47	20,43	0,21	27,68	0,34	1,2	0,44	24,33	4,92	26,89	0,01
	2,0	0,46	20,26	0,20	27,46	0,35	2,0	0,44	23,96	4,68	26,72	0,01
	4,0	0,47	21,21	0,80	28,20	0,09	4,5	0,45	27,00	7,24	27,38	0,01
	9,5	0,79	51,63	17,09	47,87	0,01	9,0	0,45	27,70	7,94	27,38	0,01
9ºDia	0,0	0,48	21,67	0,63	29,03	0,12	0,0	0,45	22,17	2,43	27,34	0,03
	0,6	0,48	21,38	0,39	28,90	0,20	0,6	0,45	22,08	2,13	27,62	0,03
	1,1	0,48	21,31	0,42	28,76	0,18	1,0	0,44	21,72	2,28	26,92	0,03
	3,5	0,49	21,72	0,47	29,28	0,17	1,5	0,45	23,39	3,52	27,53	0,02
	9,0	0,80	54,84	19,64	48,78	0,01	4,0	0,45	23,38	3,81	27,12	0,02
							9,0	0,46	28,39	8,34	27,79	0,01
10ºDia	0,0	0,47	20,53	0,11	27,68	0,61	0,0	0,44	20,44	1,28	26,52	0,05
	0,7	0,46	20,00	0,10	26,90	0,68	0,7	0,45	21,17	1,57	27,13	0,04
	1,2	0,47	20,40	0,10	27,43	0,70	1,4	0,44	21,11	1,85	26,67	0,03
	2,0	0,47	20,36	0,12	27,49	0,56	2,5	0,44	21,85	2,36	26,98	0,03
	3,5	0,47	21,29	0,50	28,66	0,15	4,5	0,44	22,08	2,81	26,70	0,02
	7,0	0,72	42,04	10,57	43,62	0,02	9,0	0,47	28,36	7,88	28,38	0,01

Tabela 5: Alcalinidade (meq.L^{-1}) e formas de carbono, em BAR nos períodos chuvoso e seco de 2011 (CO_2t : dióxido de carbono total; CO_2l : dióxido de carbono livre ; HCO_3^- : bicarbonato; CO_3^{2-} : carbonato). Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

	BAR - Chuvoso					BAR - Seco						
	Prof	Alcalin.	CO_2t	CO_2L	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Prof	Alcalin.	CO_2t	CO_2L	HCO_3^-	CO_3^{2-}
	m	meq.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	m	meq.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}
1ºDia	0,0	0,51	21,70	0,08	28,96	1,00	0,0	0,46	19,95	0,16	27,04	0,38
	0,4	0,49	21,12	0,09	28,33	0,81	0,7	0,47	20,83	0,21	28,26	0,32
	0,9	0,46	19,91	0,09	26,72	0,74	1,3	0,47	20,89	0,22	28,35	0,31
	2,0	0,50	21,37	0,08	28,60	0,90	3,0	0,47	20,41	0,13	27,62	0,49
	5,0	0,48	22,59	1,48	29,21	0,05	10,0	0,52	30,99	8,09	31,75	0,01
	10,5	0,68	35,84	6,04	41,29	0,03						
	0,0	0,50	21,62	0,09	28,96	0,87	0,0	0,52	22,88	0,19	31,02	0,43
	1,0	0,48	20,49	0,10	27,56	0,70	0,5	0,47	20,58	0,12	27,80	0,56
	2,0	0,50	20,97	0,06	27,72	1,26	1,1	0,48	20,95	0,10	28,24	0,66
	5,5	0,52	25,73	2,98	31,51	0,03	6,5	0,48	23,78	2,63	29,28	0,03
2ºDia	10,0	0,62	33,33	6,28	37,48	0,02	11,0	0,52	27,07	4,30	31,55	0,02
	0,0	0,45	20,75	0,80	27,56	0,08	0,0	0,46	20,76	0,46	28,00	0,15
	0,7	0,45	20,00	0,29	27,09	0,22	0,4	0,46	20,44	0,47	27,55	0,14
	1,4	0,45	19,96	0,41	26,95	0,16	0,9	0,46	20,33	0,36	27,50	0,18
	2,5	0,43	18,84	0,27	25,53	0,22	1,5	0,45	20,27	0,37	27,40	0,17
	5,5	0,44	22,12	2,64	26,98	0,02	3,5	0,46	20,34	0,31	27,56	0,21
	10,0	0,58	36,73	11,41	35,08	0,01	11,0	0,46	29,11	9,06	27,79	0,01
	0,0	0,45	19,96	0,19	27,06	0,34	0,0	0,46	20,61	0,35	27,90	0,19
	0,8	0,47	20,48	0,23	27,77	0,30	0,4	0,46	20,99	0,84	27,86	0,08
	1,5	0,47	20,81	0,25	28,22	0,29	0,9	0,48	22,20	1,01	29,30	0,07
3ºDia	3,0	0,47	20,51	0,18	27,80	0,38	1,5	0,46	20,73	0,46	27,95	0,14
	6,0	0,47	21,63	1,01	28,50	0,07	3,5	0,46	20,95	0,61	28,09	0,11
	10,0	0,61	33,05	6,17	37,24	0,02	11,0	0,48	32,01	11,01	29,10	0,01
	0,0	0,46	20,38	0,24	27,63	0,29	0,0	0,47	20,74	0,35	28,08	0,19
	1,0	0,46	20,26	0,21	27,45	0,33	0,5	0,47	21,35	0,85	28,34	0,08
	2,0	0,44	19,11	0,17	25,88	0,37	1,0	0,46	20,99	0,96	27,71	0,07
	6,0	0,46	20,10	0,25	27,24	0,28	3,0	0,46	20,68	0,46	27,89	0,14
	9,5	0,61	32,86	6,16	37,00	0,02	4,5	0,46	20,73	0,60	27,80	0,11
							11,0	0,45	30,51	10,50	27,74	0,01
							0,0	0,46	23,62	3,28	28,18	0,02
4ºDia	0,0	0,50	21,91	0,20	29,68	0,41	0,5	0,47	24,88	4,20	28,66	0,02
	1,0	0,48	21,14	0,18	28,62	0,42	1,1	0,46	24,76	4,50	28,07	0,01
	3,5	0,51	22,12	0,20	29,97	0,42	2,0	0,48	25,69	4,66	29,14	0,02
	4,5	0,51	22,54	0,43	30,45	0,20	4,0	0,46	25,17	4,74	28,31	0,01
	7,5	0,51	27,78	5,37	31,06	0,02	10,0	0,47	24,87	4,35	28,43	0,02
							0,0	0,47	24,28	3,81	28,36	0,02
	0,0	0,47	20,92	0,28	28,34	0,26	0,3	0,47	21,97	1,28	28,63	0,05
	0,5	0,47	20,41	0,16	27,64	0,44	0,9	0,47	23,53	2,81	28,70	0,02
	1,1	0,47	21,13	0,39	28,56	0,19	1,5	0,47	22,89	2,31	28,51	0,03
	2,0	0,46	20,40	0,36	27,59	0,19	3,5	0,47	23,78	3,32	28,36	0,02
5ºDia	3,0	0,46	20,31	0,36	27,47	0,19	9,0	0,48	24,74	3,59	29,30	0,02
	10,5	0,61	38,35	11,64	37,02	0,01	0,0	0,56	30,43	5,86	34,04	0,02
	0,0	0,44	19,78	0,38	26,72	0,17	0,4	0,46	24,02	3,72	28,12	0,02
	0,5	0,43	19,68	0,79	26,11	0,08	0,8	0,47	24,25	3,62	28,59	0,02
	1,1	0,44	19,67	0,45	26,49	0,14	1,5	0,47	24,33	3,78	28,48	0,02
	2,0	0,43	19,47	0,50	26,17	0,13	3,5	0,46	22,70	2,67	27,75	0,02
	3,0	0,43	19,16	0,49	25,75	0,12	9,0	0,45	24,02	4,19	27,48	0,02
	10,5	0,57	36,49	11,22	35,02	0,01	0,0	0,47	21,99	1,22	28,74	0,06
	0,0	0,46	20,67	0,47	27,85	0,15	0,7	0,46	23,33	2,99	28,17	0,02
	0,6	0,47	20,55	0,26	27,85	0,27	1,4	0,46	24,99	4,82	27,96	0,01
6ºDia	1,3	0,45	20,15	0,32	27,27	0,21	3,5	0,46	24,53	4,31	28,01	0,02
	2,0	0,47	20,78	0,24	28,17	0,31	10,0	0,46	25,22	4,78	28,31	0,01
	5,5	0,47	21,22	0,63	28,43	0,12						
	10,5	0,64	37,58	9,48	38,95	0,01						
	0,0	0,43	18,84	0,23	25,53	0,26						
	0,4	0,44	19,32	0,24	26,19	0,26						
	1,0	0,45	19,87	0,22	26,94	0,30						
	2,0	0,45	19,89	0,21	26,97	0,32						
	4,5	0,45	20,20	0,53	27,14	0,13						
	10,0	0,64	37,98	9,96	38,83	0,01						
7ºDia												
8ºDia												
9ºDia												
10ºDia												

Nas Figuras 15, 16 e 17 estão as isolíneas das concentrações de carbono total (CT), carbono orgânico total (COT) e carbono inorgânico (Cinorg), respectivamente. Em EC, no período chuvoso, exceto no 2º dia, observam-se concentrações maiores de CT e COT, estas variaram de 9,29 (5ºdia, 0m) a 14,66 mg.L⁻¹ (9ºdia, 0m) e 3,74 (5ºdia, 0m) a 8,71 mg.L⁻¹ (9ºdia, 0m), respectivamente.

No 1ºdia de coleta, em BAR, no período seco, ocorreu queda na concentração de carbono total chegando a 4,00 mg.L⁻¹, apenas no meio da coluna de água (1,3m), enquanto que o restante da coluna de água apresentava cerca de 10,55 mg.L⁻¹, e no 4ºdia, houve variação de CT de 10,22 (11m) a 14,46 mg.L⁻¹ (0,4m).

Nas concentrações de carbono inorgânico não foram observadas variações sazonais, verticais e diárias. Assim como observado com o CT no 1ºdia de coleta, em BAR, no período seco, ocorreu queda na concentração de Cinorg (1,35 mg.L⁻¹, 1,3m), enquanto que o restante da coluna de água apresentava cerca de 6,5 mg.L⁻¹.

As concentrações de carbono inorgânico variaram entre 4,86 (2ºdia, chuvoso, 1,1m) e 8,00 mg.L⁻¹ (1ºdia, seco, 9,0m), em EC e 1,35 (1ºdia, seco, 10,5m) e 7,82 mg.L⁻¹ (1ºdia, chuvoso, 1,3m), em BAR.

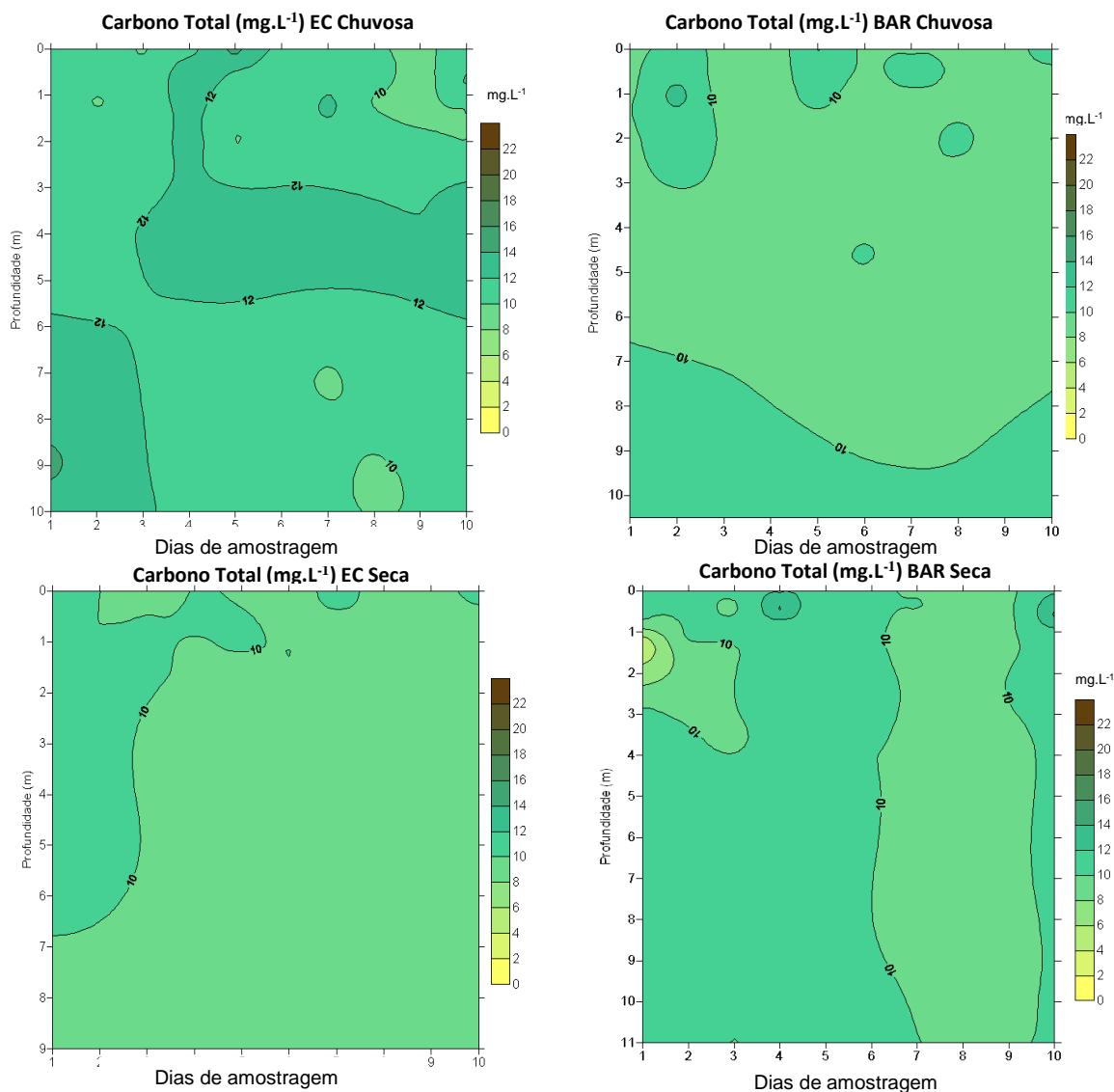


Figura 15: Isolíneas de Carbono total (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

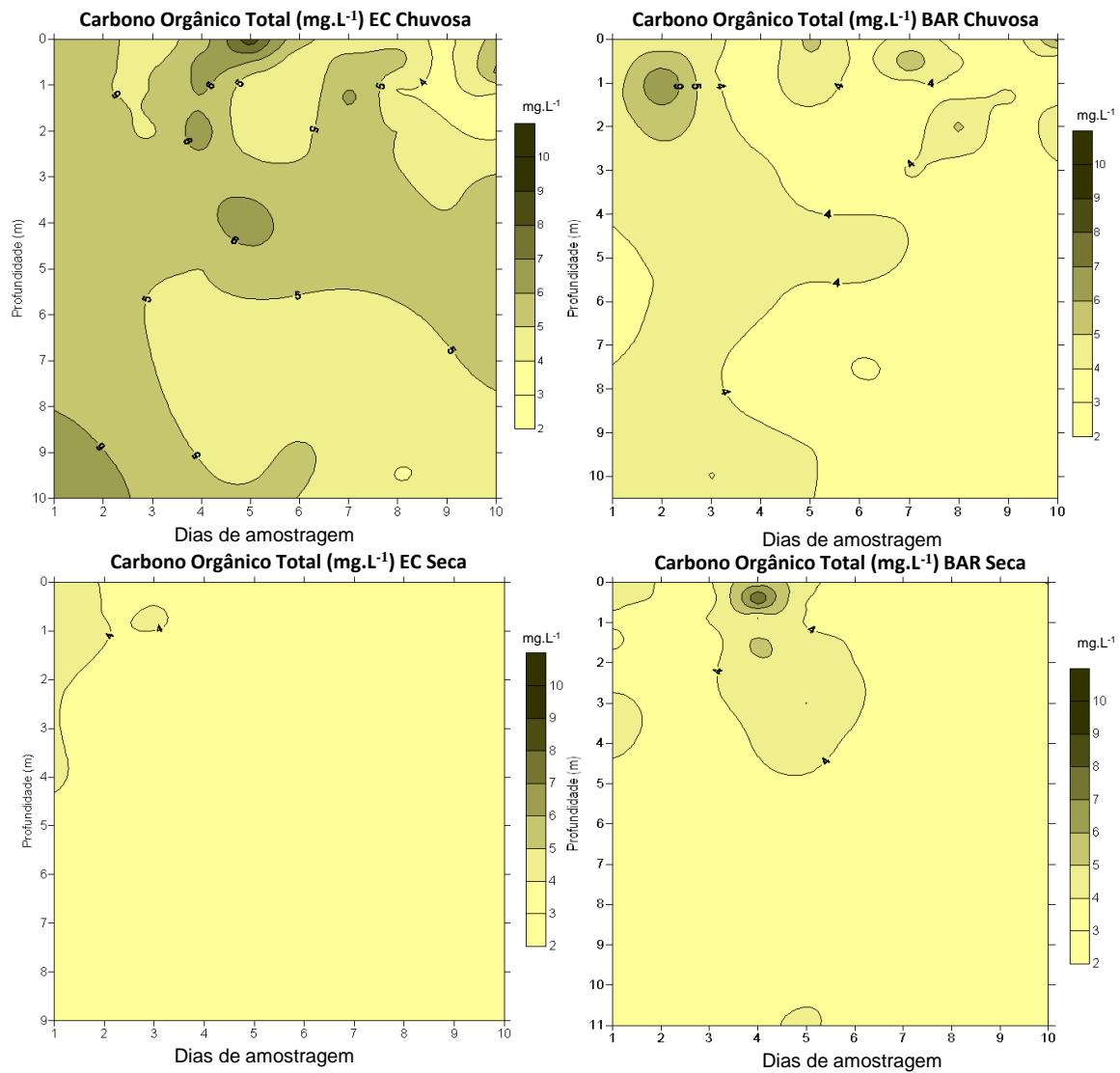


Figura 16: Isolíneas de Carbono orgânico total (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

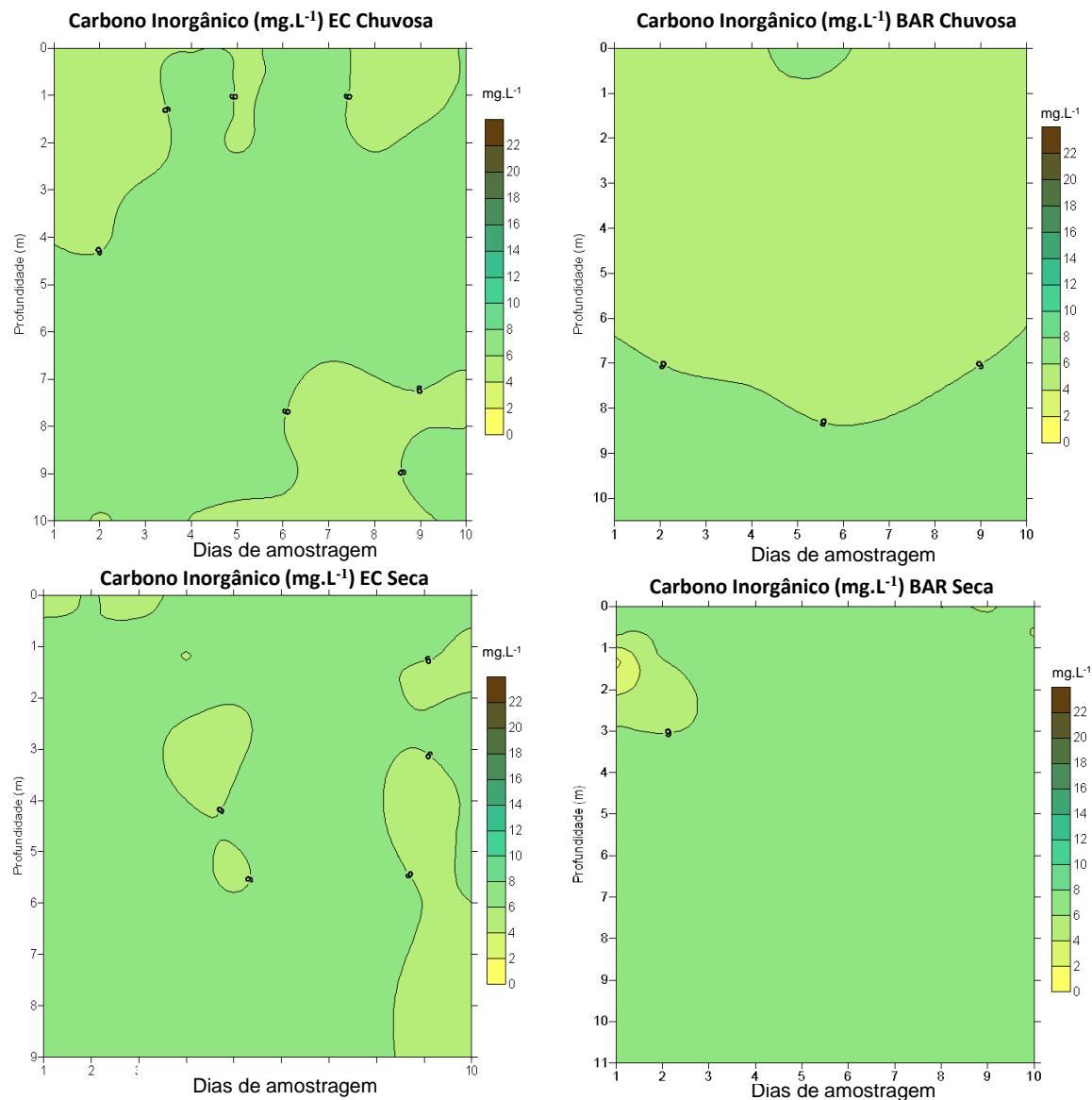


Figura 17: Isolíneas de Carbono inorgânico (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

6.1.4. Nutrientes

As isolíneas das concentrações de nitrato estão apresentadas na Figura 18. Observou-se apenas pequena variação sazonal, sendo que em EC, essas concentrações foram maiores no período chuvoso ($0,88 \text{ mg.L}^{-1}$, 9°dia, 9,0m) e menores no seco ($0,51 \text{ mg.L}^{-1}$, 4°dia, 0,0m e 5°dia, 1,1m), enquanto que em BAR as maiores concentrações ocorreram no período seco ($0,60 \text{ mg.L}^{-1}$, 3°dia, 0,9m) e as menores no chuvoso ($0,20 \text{ mg.L}^{-1}$, 6°dia, 3,5m).

Na Figura 19 observam-se as isolíneas das concentrações de nitrito. Como observado para o nitrato, também não ocorreram variações verticais e diárias nas concentrações do período chuvoso, nas duas estações amostradas, mas ocorreram variações sazonais. Em EC, as concentrações de nitrito variaram entre 0,51 (10°dia; 1,2m) e $0,88 \mu\text{g.L}^{-1}$ (9°dia; 9,0m), no período chuvoso e entre 0,51 (4°dia; 0,0m) e $0,63 \mu\text{g.L}^{-1}$ (10°dia; 0,7m), no seco. Em BAR, as concentrações de nitrito variaram entre 0,01 (3°dia, 5,5m; 7° dia, 2,0 e 3,0m; 8°dia, 0 e 0,5m; 10°dia; 10,0m) e $0,16 \mu\text{g.L}^{-1}$ (5°dia; 4,0m), no período chuvoso e entre 0,14 (6°dia; 1,1m) e $2,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ (2°dia; 1,1m), no seco.

Foram observadas variações sazonais de ortofosfato em EC (Figura 20). As maiores ocorreram, geralmente, no período seco (entre $1,62$ e $11,05 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente, 3°dia a 10m e 8°dia a 1,1m) e as menores no chuvoso ($8,62$ e $11,17 \mu\text{g.L}^{-1}$ (9°dia, 3,5 e 9,0m).

Em BAR, foi observada pequena variação sazonal, principalmente nos dias 1, 2 e 5. As maiores concentrações de ortofosfato ocorreram geralmente no período seco (entre $1,61$ e $8,79 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente, 7°dia a 0,0m e 10°dia a 10,0m) e as menores no período chuvoso (entre $0,69$ e $4,65 \mu\text{g.L}^{-1}$; respectivamente, 8°dia, 0,0m e 4°dia, 0,8m).

Na Figura 21 podem ser observadas as isolíneas das concentrações de fósforo total dissolvido (PTD) obtidas nas duas estações de amostragem. Não foram verificadas variações sazonais, diárias e verticais para ambas as estações exceto nos dias 2 e 4, no período seco. Em BAR houve aumento na concentração de PTD ao longo da coluna de água variando entre $56,78 \mu\text{g.L}^{-1}$ (0,0 m) e $33,33 \mu\text{g.L}^{-1}$ (6,5m) e entre $19,74 \mu\text{g.L}^{-1}$ (0,0m) e $84,63 \mu\text{g.L}^{-1}$ (11,0 m), respectivamente.

Em EC, também, foi observada exceção nos dias 9 e 10, no período chuvoso. Nestes dias houve aumento na concentração de PTD ao longo da coluna de água variando entre $3,46 \mu\text{g.L}^{-1}$ (0,0m) e $25,45 \mu\text{g.L}^{-1}$ (9,0 m) e entre $9,11 \mu\text{g.L}^{-1}$ (0,0m) e $20,71 \mu\text{g.L}^{-1}$ (7,0 m), respectivamente.

Na Figura 22 observam-se as isolíneas das concentrações de fósforo total. No período chuvoso, a menor concentração de fósforo total foi $19,29 \mu\text{g.L}^{-1}$ (9°dia; 9,0 m), em EC e $16,55 \mu\text{g.L}^{-1}$ (8°dia; 0,5 m), em BAR. As maiores concentrações desta variável foram

observadas no 3º dia de coleta à 4,0 m, em EC ($40,52 \mu\text{g.L}^{-1}$) e também no 3º dia, mas a 0,7m em BAR ($33,55 \mu\text{g.L}^{-1}$).

No período seco foi observada maior variação nas concentrações de fósforo total em EC, ficando entre 10,35 (7ºdia; 2,5 m) e $40,52 \mu\text{g.L}^{-1}$ (2ºdia; 9,0 m). Em BAR houve homogeneidade e as concentrações de fósforo total estiveram entre 13,27 (2ºdia, 6,5 m) e $25,71 \mu\text{g.L}^{-1}$ (6ºdia; 4,0 m), exceto no 3ºdia que ocorreu pico de $44,53 \mu\text{g.L}^{-1}$ (0,4 m).

As isolíneas de Nitrogênio total Kjedahl (NTK) podem ser observadas na Figura 23. A maior variação ocorreu em EC, no período seco, variando entre 40,0 (1ºdia, 0,7 m; 5ºdia, 0,0, 0,9 e 2,5m) e $1.210,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ (2ºdia, 9,0 m). Em BAR, a maior variação ocorreu no período chuvoso, variando entre 10 (5ºdia, 2,0m) e $600 \mu\text{g.L}^{-1}$ (1ºdia, 10,5 m).

Na Tabela 6 estão apresentados os valores das relações N:P (nitrogênio total kjedahl e fósforo total) e DIN:TDP (formas nitrogenadas dissolvidas e fósforo total dissolvido) do reservatório, no período estudado. Não foi observado padrão para estas relações. As maiores relações foram obtidas nas formas dissolvidas.

Em EC, no período chuvoso, a variação da relação N:P esteve entre 33 (10ºdia, 1,2m) e 119 (1ºdia, 9,0m) enquanto a de DIN:TDP entre 52 (4ºdia, 5,0m) e 429 (10ºdia, 0m). No período seco, a variação da relação N:P esteve entre 27 (7ºdia, 0m) e 142 (10ºdia, 2,5m) enquanto a de DIN:TDP entre 37 (4ºdia, 3,0m) e 184 (9ºdia, 9,0m).

No período chuvoso, em BAR, a relação N:P variou entre 26 (3ºdia, 0,7m) e 90 (3ºdia, 10,0m) enquanto DIN:TDP entre 40 (1ºdia, 5,0m) e 206 (6ºdia, 4,5m), no período seco estas variações estiveram entre 32 (3ºdia, 0,4m) e 108 (2ºdia, 4,0m) e 11 (4ºdia, 11,0m) e 441 (8ºdia, 3,5m), respectivamente.

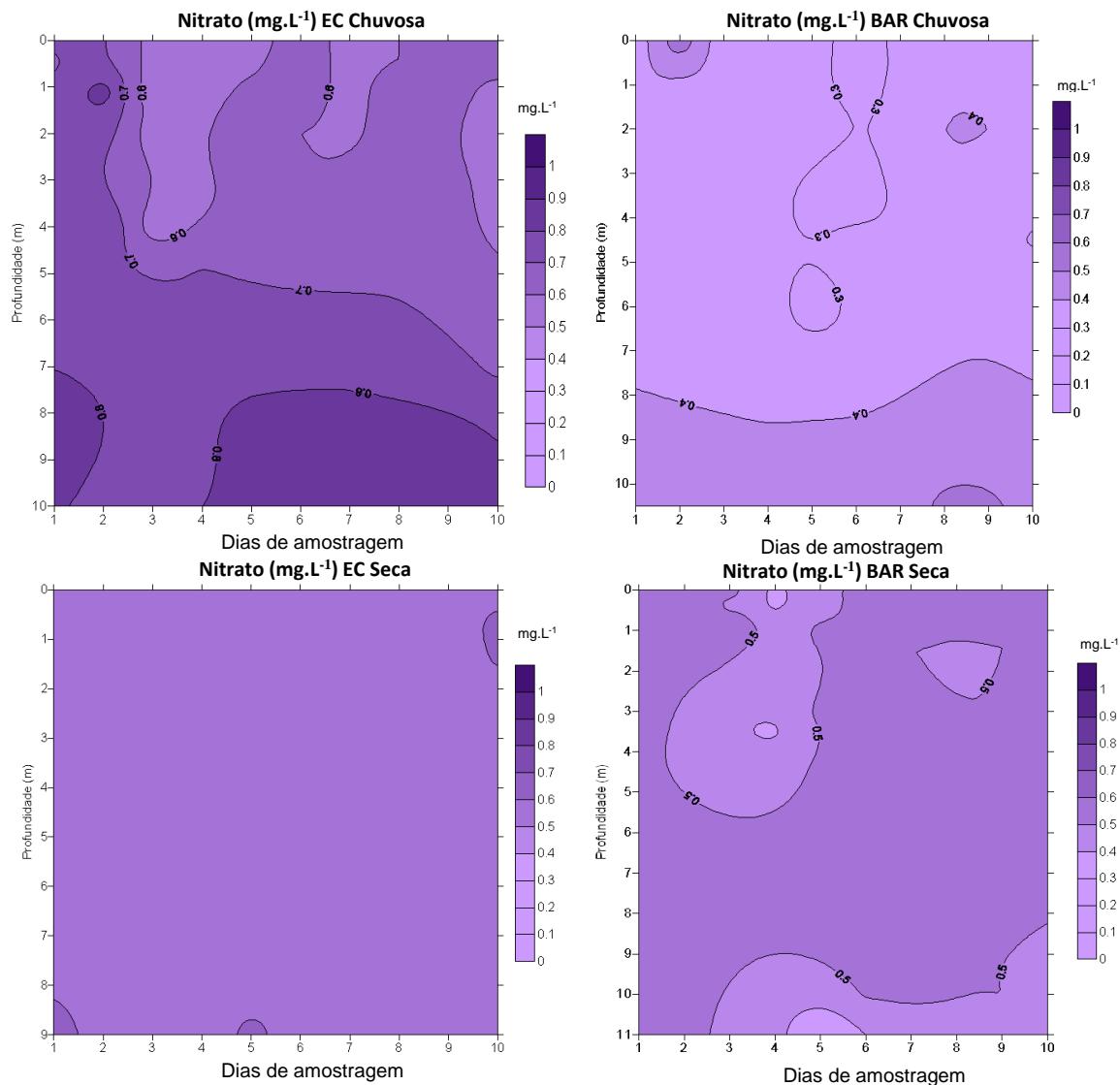


Figura 18: Isolíneas de nitrato (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

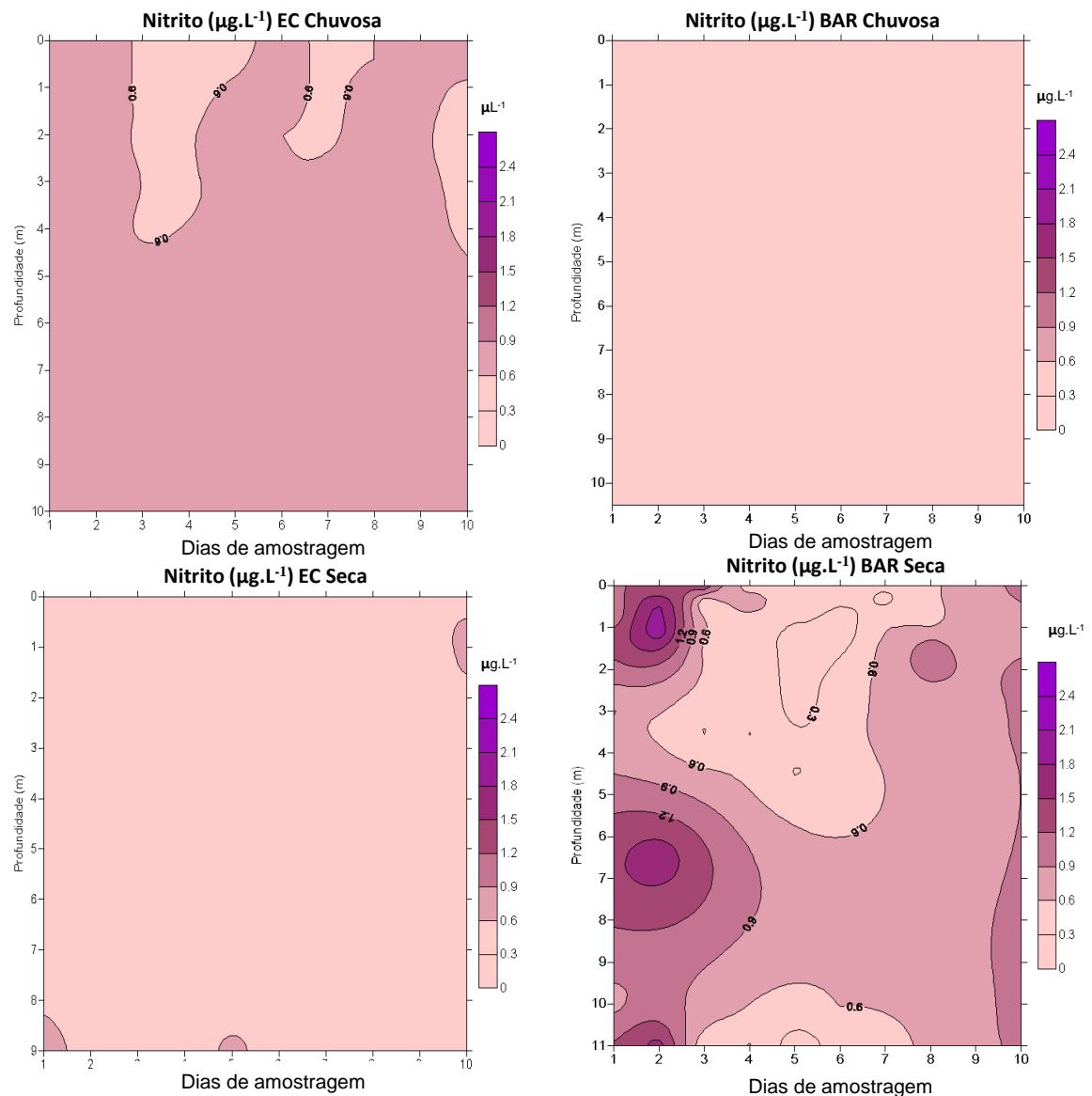


Figura 19: Isolíneas de nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

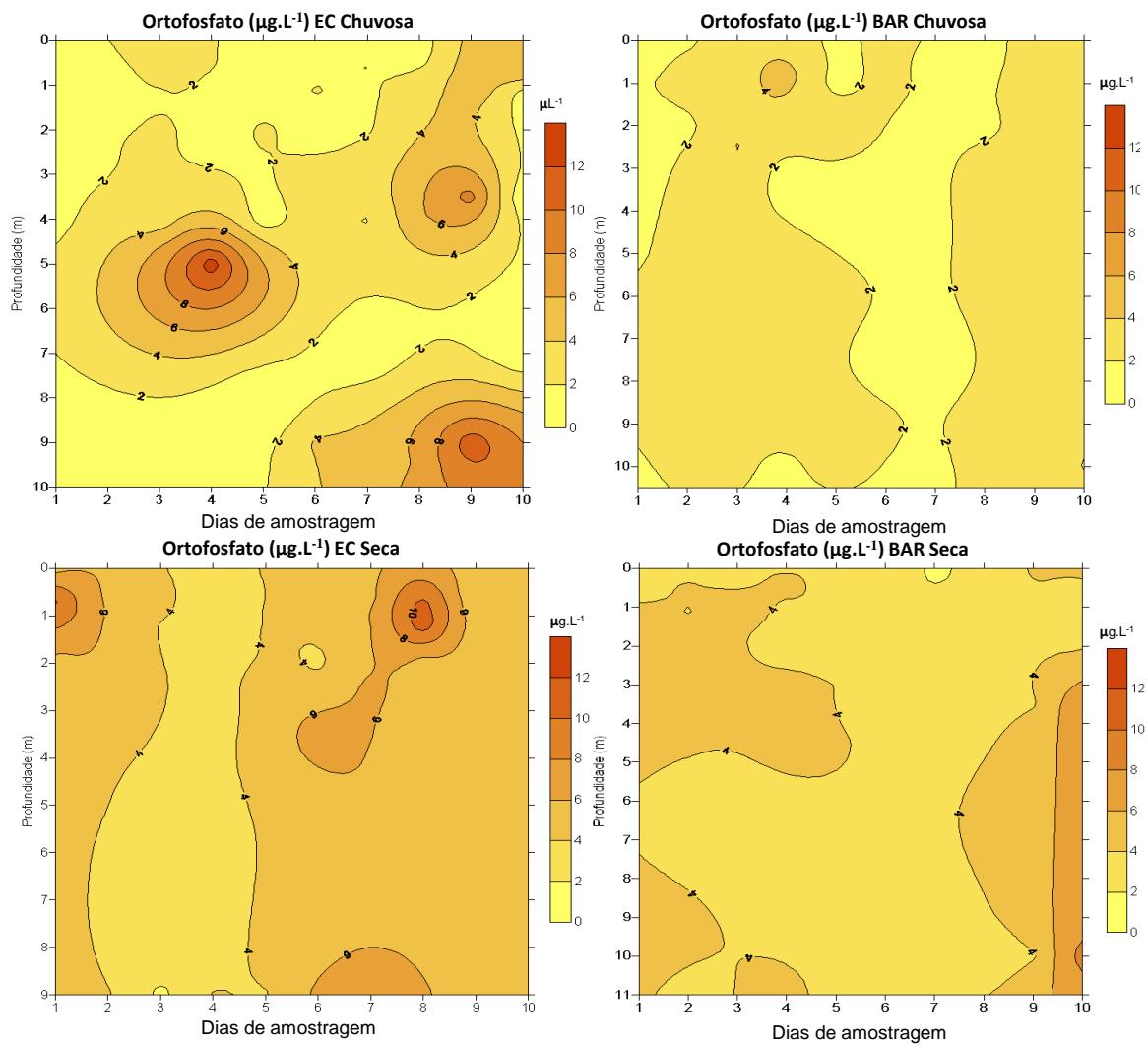


Figura 20: Isolíneas de ortofosfato ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

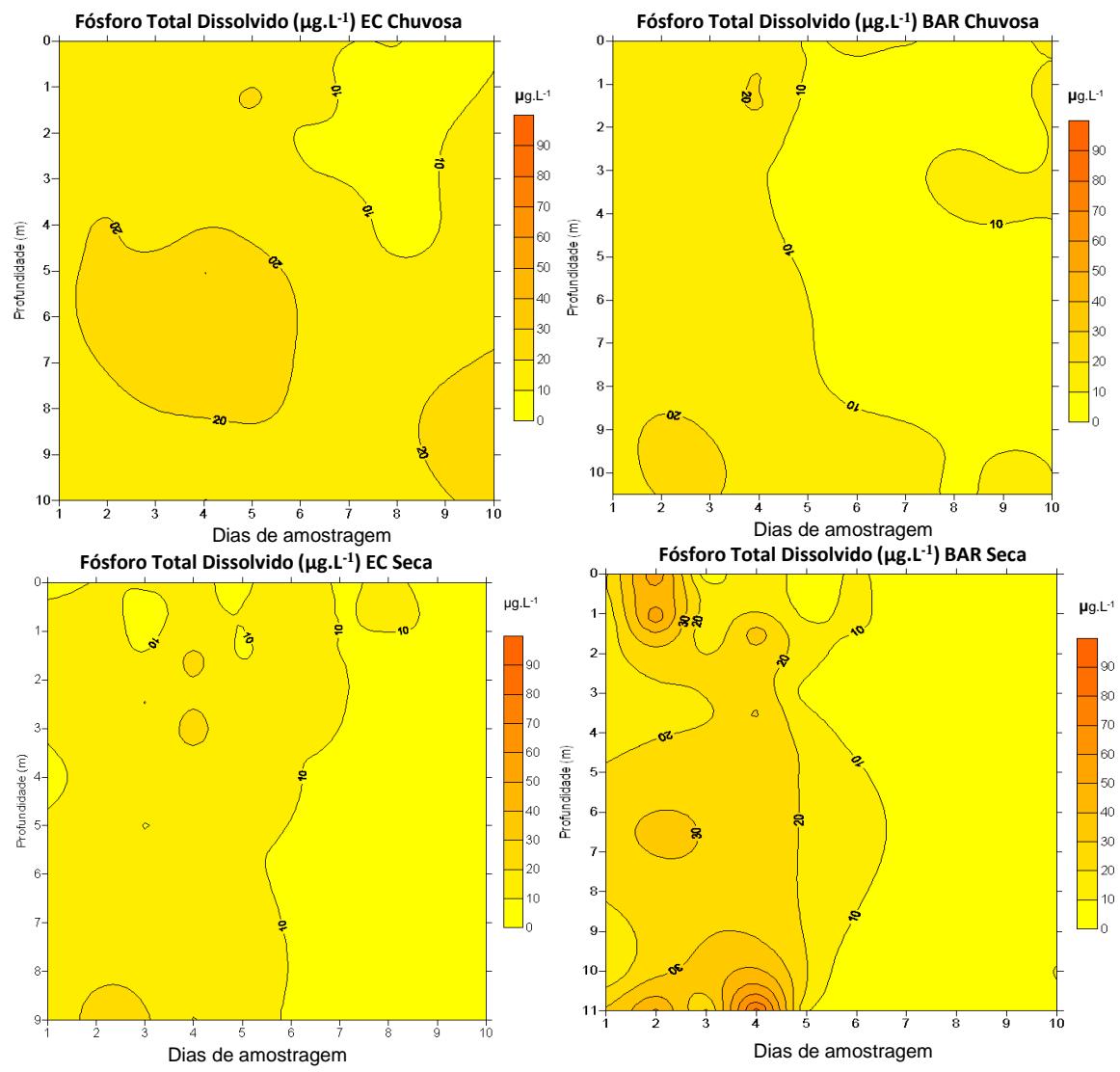


Figura 21: Isolíneas de fósforo total dissolvido ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

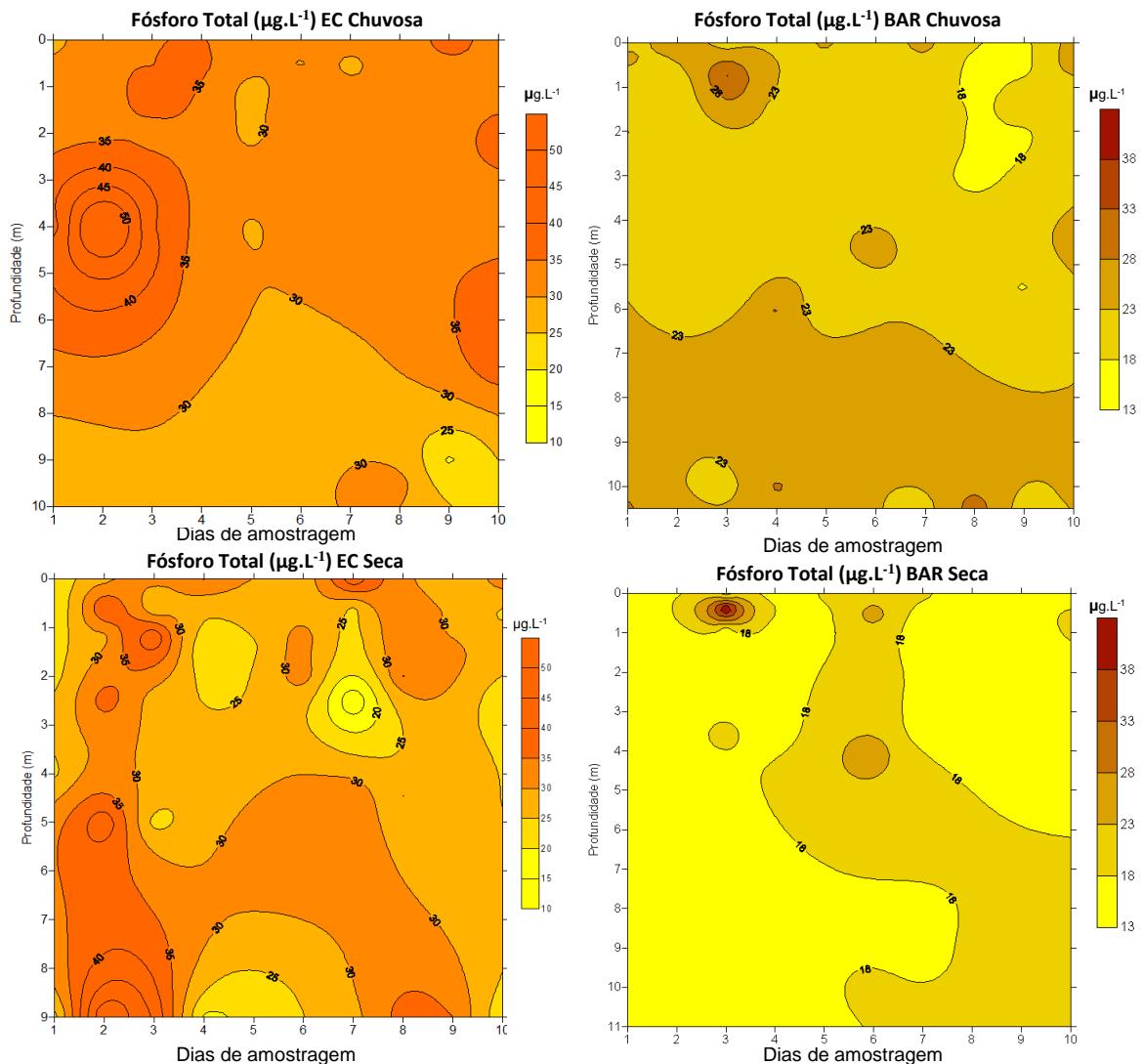


Figura 22: Isolíneas de fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

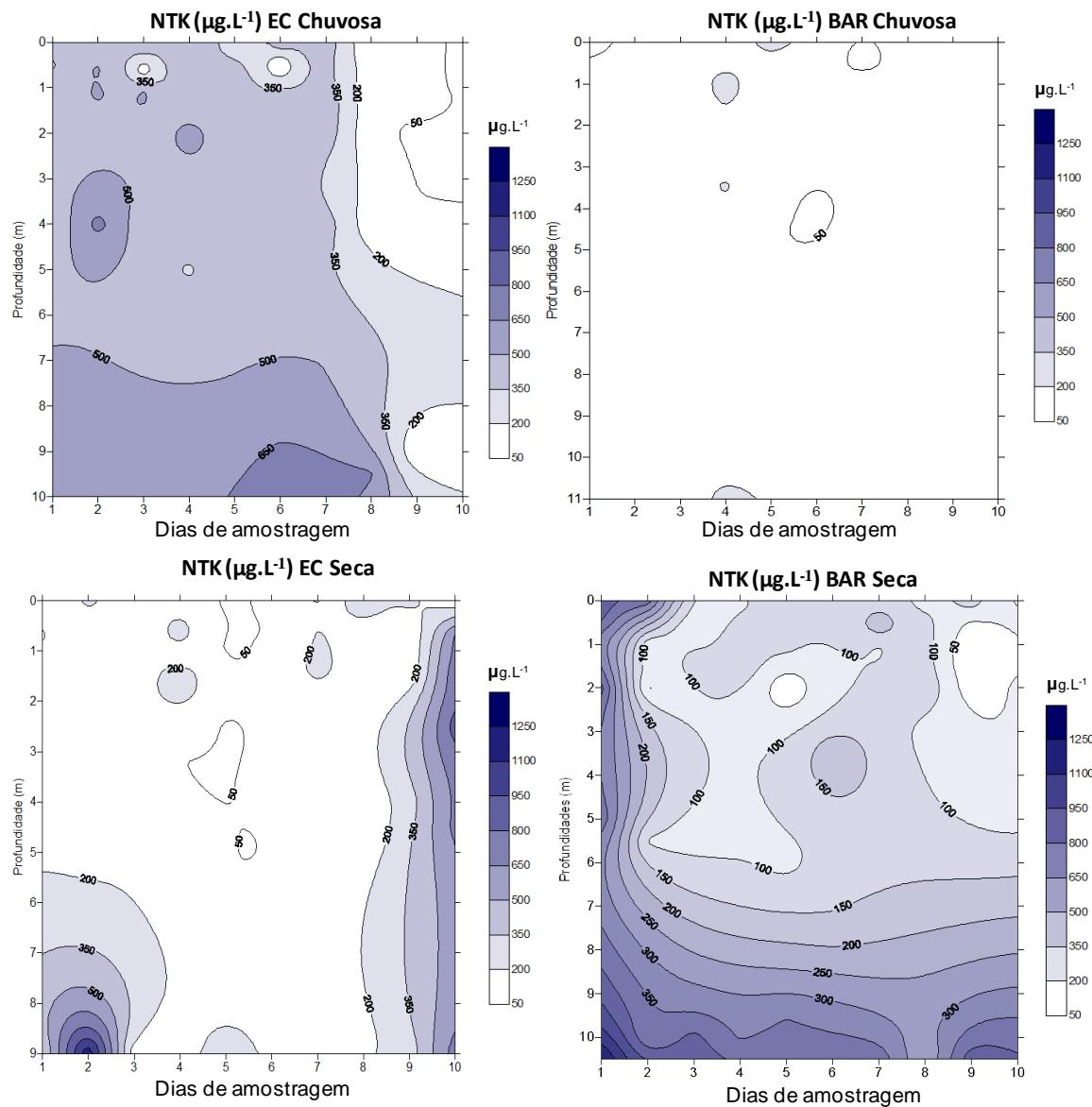


Figura 23: Isolíneas de Nitrogênio Total Kjedahl ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

Tabela 6: Relação nitrogênio total kjedahl e fósforo total (NT:PP) e formas nitrogenadas dissolvidas (nitrato e nitrito) e fósforo dissolvido (NID: PTD) no reservatório de Itupararanga, no período estudado. Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

		EC			BAR							
		Chuvoso		Seco	Chuvoso		Seco					
Dia	Prof.	NT:PT	NID:PTD	Prof.	NT:PT	NID:PTD	Prof.	NT:PT	NID:PTD	Prof.	NT:PT	NID:PTD
1ºDia	0,0	85	123	0,0	65	161	0,0	78	44	0,0	75	59
	0,5	74	122	0,7	58	87	0,4	71	76	0,7	89	71
	1,2	84	132	2,0	61	108	0,9	77	71	1,3	96	101
	2,0	80	132	4,0	62	155	2,0	74	52	3,0	100	90
	4,0	62	91	9,0	86	107	5,0	70	40	10,0	95	119
	9,0	119	134				10,5	86	72			
2ºDia	0,0	83	94	0,0	59	113	0,0	86	90	0,0	75	20
	0,6	82	125	0,6	34	100	1,0	52	74	0,5	77	24
	1,1	95	141	1,2	57	81	2,0	50	43	1,1	93	22
	2,0	79	154	2,5	39	71	5,5	45	43	6,5	102	36
	4,0	54	82	5,0	36	85	10,0	75	43	11,0	108	23
	10,0	114	98	9,0	49	0						
3ºDia	0,0	69	85	0,0	48	115	0,0	47	41	0,0	102	352
	0,6	42	87	0,6	50	123	0,7	26	54	0,4	32	68
	1,1	59	103	1,2	35	168	1,4	39	50	0,9	92	86
	2,0	66	76	2,5	50	121	2,5	50	42	1,5	98	94
	4,0	52	90	5,0	54	93	5,5	55	44	3,5	62	51
	10,0	90	87	9,0	29	48	10,0	90	44	11,0	101	56
4ºDia	0,0	66	84	0,0	31	73	0,0	47	56	0,0	69	43
	0,5	63	73	0,6	54	76	0,8	51	43	0,4	59	51
	1,0	60	75	1,2	58	84	1,5	55	41	0,9	103	60
	2,0	74	79	1,5	79	39	3,0	47	67	1,5	82	26
	5,0	72	52	3,0	38	37	6,0	34	48	3,5	85	28
	10,0	112	182	9,0	66	100	10,0	60	69	11,0	96	11
5ºDia	0,0	58	100	0,0	39	132	0,0	45	88	0,0	89	239
	0,6	72	120	0,9	43	104	1,0	49	90	0,5	77	217
	1,1	85	62	1,4	53	137	2,0	37	146	1,0	82	156
	2,0	85	85	2,5	48	118	6,0	40	58	3,0	70	200
	4,0	85	81	5,5	39	112	9,5	71	71	4,5	59	62
	8,0	107	83	9,0	61	38				11,0	65	64
6ºDia	0,0	75	94	0,0	49	68	0,0	36	43	0,0	76	95
	0,5	51	104	0,6	44	70	1,0	42	84	0,5	52	92
	1,1	67	85	1,2	42	73	3,5	42	168	1,1	61	86
	2,0	70	155	2,0	42	70	4,5	45	206	2,0	66	166
	3,5	66	116	3,5	50	119	7,5	43	122	4,0	51	190
	9,0	115	107	9,0	61	141				10,0	68	440
7ºDia	0,0	71	126	0,0	27	131	0,0	40	68	0,0	63	383
	0,6	74	172	0,6	67	123	0,5	52	97	0,3	69	327
	1,3	68	140	1,3	71	118	1,1	46	166	0,9	94	431
	2,0	72	139	2,5	131	106	2,0	45	180	1,5	78	368
	4,0	70	89	4,5	38	123	3,0	57	100	3,5	88	355
	7,0	99	110	9,0	53	160	10,5	86	57	9,0	96	363
8ºDia	0,0	46	124	0,0	60	102	0,0	49	80	0,0	94	328
	0,4	48	161	0,7	39	81	0,5	61	101	0,4	81	298
	1,1	54	152	1,2	41	149	1,1	67	179	0,8	89	291
	2,0	51	226	2,0	39	134	2,0	68	125	1,5	75	316
	4,0	49	323	4,5	53	127	3,0	61	63	3,5	95	441
	9,5	106	164	9,0	41	144	10,5	57	164	9,0	72	376
9ºDia	0,0	46	429	0,0	65	163	0,0	68	128	0,0	87	326
	0,6	51	318	0,6	45	128	0,6	55	163	0,7	81	326
	1,1	53	284	1,0	46	126	1,3	40	120	1,4	96	320
	3,5	49	141	1,5	41	118	2,0	54	154	3,5	83	320
	9,0			4,0	61	184	5,5	63	102	10,0	65	320
				9,0			10,5	56	85			
10ºDia	0,0	44	163	0,0	41	159	0,0	35	59	0,0	82	278
	0,7	43	137	0,7	109	113	0,4	38	88	0,6	74	239
	1,2	33	90	1,4	99	174	1,0	44	60	1,1	69	310
	2,0	39	67	2,5	142	139	2,0	49	80	2,0	86	273
	3,5	34	71	4,5	111	173	4,5	30	66	3,5	82	164
	7,0	76	73	9,0	123	128	10,0	75	97	10,0	60	97

6.1.5. Biomassa fitoplanctônica por densidade

Na tabela 7 estão apresentados os organismos fitoplanctônicos identificados no reservatório durante todo o período amostrado. Foram encontrados 110 taxa, sendo que destes, 61 pertencem ao grupo Chlorophyceae, 19 ao Cianobactéria, 5 ao Cryptophyceae, 11 ao Bacillariophyceae; 10 ao Euglenophyceae, 2 ao Dinophyceae e 1 ao Crisophyceae.

No grupo Chlorophyceae foram observadas apenas 16 espécies comuns em todos os períodos amostrados, estas foram: *Ankistrodesmus fusiformis*, *Chlorella kesseleri*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Eutetramorus fottii*, *Golenkiniopsis solitária*, *Gonatozygon kinahanii*, *Kirchneriella obesa*, *Koliella longiseta*, *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium indicum*, *Monoraphidium irregulari*, *Monoraphidium komakovae*, *Pediastrum tetras*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus quadricauda* e *Staurastrum arachne*.

No grupo das Cianobactérias apenas 8 gêneros e espécies foram comuns em todos os períodos amostrados: *Anabaena solitaria*, *Anabaena viguieri*, *Aphanocapsa elachista*, *Coelomorum sp*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Merismopedia glauca*, *Microcystis aeruginosa* (colônia) e *Planktolyngbya limnetica*.

No grupo das Cryptophyceae, Bacillariophyceae e Euglenophyceae apenas 4 espécies foram comuns em todos os períodos. As Cryptophyceae comuns foram: *Cryptomonas brasiliensis*, *Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas ovata* e *Rhodomonas lacustris*, as Bacillariophyceae foram: *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria crotonensis* e *Navicula cryptocephala* e as Euglenophyceae: *Euglena acus*, *Euglena hemichromata*, *Trachelomonas chlamidophora* e *Trachelomonas abrupta*. E apenas a Dinophyceae *Peridinium umbonatum* foi comum em todo o período amostrado.

Tabela 7: Gêneros e espécies dos organismos fitoplanctônicos presentes no reservatório de Itupararanga, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

	EC		BAR			EC		BAR	
	C	S	C	S		C	S	C	S
Chlorophyceae									
<i>Ankira ocellata</i>				++					
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	++	++	++	++					
<i>Botryococcus braunii</i>	++	++							
<i>Carteria plana</i>	++		++						
<i>Chlamydomonas debaryana</i>	++			++					
<i>Chlamydomonas gracilis</i>	++	++							
<i>Chlorella kesseleri</i>	++	++	++	++					
<i>Chlorogonium fusiforme</i>	++	++							
<i>Chroococcus</i>	++								
<i>Closterium calosporum</i>			++						
<i>Closterium dianae</i>			++	++					
<i>Coelastrum microporum</i>									
<i>Coelastrum pulchrum</i>	++								
<i>Cosmarium laeve</i>	++		++	++					
<i>Cosmarium ovale</i>	++								
<i>Cosmarium polygonum</i>	++								
<i>Crucigeniella apiculata</i>	++								
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	++								
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	++	++	++	++					
<i>Eudorina elegans</i>	++			++					
<i>Eudorina morum</i>		++							
<i>Eutetramorus fottii</i>	++	++	++	++					
<i>Golenkiniopsis solitaria</i>	++	++	++	++					
<i>Gonatozygon kinahanii</i>	++	++	++	++					
<i>Kirchneriella contorta</i>	++	++	++						
<i>Kirchneriella irregularis</i>				++					
<i>Kirchneriella lunaris</i>				++					
<i>Kirchneriella obesa</i>	++	++	++	++					
<i>Koliella longiseta</i>		++	++	++					
<i>Micractinium pusillum</i>		++							
<i>Monoraphidium circinale</i>		++							
<i>Monoraphidium contortum</i>	++	++	++	++					
<i>Monoraphidium indicum</i>	++	++	++	++					
<i>Monoraphidium irregulari</i>	++	++	++	++					
<i>Monoraphidium komakovae</i>	++	++	++	++					
<i>Pandorina morum</i>		++							
<i>Pediastrum tetras</i>	++	++	++	++					
<i>Pleodorina illinoiensis</i>			++						
<i>Radiococcus planktonicus</i>			++						
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	++	++	++	++					
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	++	++							
<i>Scenedesmus brevispina</i>									
<i>Scenedesmus carinatus</i>			++						
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	++								
<i>Scenedesmus ecornis</i>		++							
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	++	++	++	++					
<i>Scenedesmus semipulcher</i>									
<i>Scenedesmus soli</i>	++	++							
<i>Selenastrum gracile</i>	++	++		++					
<i>Staurastrum arachne</i>	++	++	++	++					
<i>Staurastrum chaetoceras</i>				++					
<i>Staurastrum gracile</i>	++	++	++	++					
<i>Staurastrum lunatus</i>	++	++							
<i>Staurastrum rotula</i>	++	++	++						
<i>Staurodesmus corniculatus</i>			++						
<i>Staurodesmus crassus</i>	++								
<i>Staurodesmus glaber</i>	++	++	++						
<i>Staurodesmus megacanthus</i>	++		++						
<i>Staurodesmus phimus</i>			++						
<i>Tetraedrum</i>	++	++							
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>			++						
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>									
Cianobactéria									
<i>Anabaena cincinalis</i>					++	++			
<i>Anabaena solitaria</i>					++	++	++	++	
<i>Anabaena viguieri</i>					++	++	++	++	
<i>Aphanizomenon gracile</i>							++	++	
<i>Aphanocapsa elachista</i>						++	++	++	++
<i>Aphanothece comasii</i>						++	++	++	
<i>Chroococcus</i>							++		
<i>Coelomorum</i>						++	++	++	++
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>						++	++	++	++
<i>Getlerinema splendidum</i>						++	++		
<i>Lyngia caetenata</i>								++	
<i>Merismopedia glauca</i>						++	++	++	++
<i>Merismopedia punctata</i>								++	
<i>Microcystis aeruginosa</i>						++	++	++	++
<i>Microcystis delicatissima</i>									++
<i>Microcystis protocystis</i>							++	++	
<i>Microcystis wesenbergii (colonia)</i>							++		
<i>Planktolyngbya limnetica</i>						++	++	++	++
<i>Pseudoanabaena moliniformis</i>						++	++		++
<i>Sphaerocystis schoreteri</i>							++		
Cryptophyceae									
<i>Chilomonas paramecium</i>								++	
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>						++	++	++	++
<i>Cryptomonas erosa</i>						++	++	++	++
<i>Cryptomonas ovata</i>						++	++	++	++
<i>Rhodomonas lacustris</i>						++	++	++	++
Bacillariophyceae									
<i>Anomooneis sphaerophora</i>									
<i>Asterionella formosa</i>									
<i>Aulacoseira</i>						++	++	++	++
<i>Cyclotella meneghiniana</i>						++	++	++	++
<i>Encyonema silesiacum</i>						++	++	++	
<i>Fragilaria crotonensis</i>						++	++	++	++
<i>Navicula cryptocephala</i>						++	++	++	++
<i>Navicula radiosa</i>									
<i>Nupela cymbelloidea</i>								++	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>								++	++
<i>Stenopterobia delicatissima</i>								++	++
<i>Urosolenia eriensis</i>						++	++	++	
Euglenophyceae									
<i>Euglena acus</i>						++	++	++	++
<i>Euglena hemichromata</i>						++	++	++	++
<i>Euglena Spirogyra</i>									
<i>Phacus curvicauda</i>						++	++	++	
<i>Phacus longicauda</i>							++		
<i>Phacus suecicus</i>						++	++	++	
<i>Trachelomonas abrupta</i>						++	++	++	++
<i>Trachelomonas chlamidophora</i>						++	++	++	++
<i>Trachelomonas spinulosa</i>								++	
<i>Trachelomonas superba</i>								++	
Dinophyceae									
<i>Ceratium hirundinella</i>						++	++	++	
<i>Peridinium umbonatum</i>						++	++	++	++
Crisophyceae									
<i>Dynobrium</i>						++	++	++	++

(++) gênero ou espécie presente, (-) gênero ou espécie ausente.

Nas Figuras 24, 25, 26 e 27 estão apresentadas as porcentagens de contribuição dos principais grupos fitoplanctônicos encontrados no reservatório. Pode-se observar alternância de dominância e predominância entre dois grupos da comunidade fitoplancônica. Enquanto no período chuvoso prevaleceu maior contribuição da Clorophyceae em todos os dias amostrados, no período seco houve maior contribuição das Cianobactérias, para as duas estações amostradas.

Em EC, a contribuição das Clorophyceae variou entre 75,2 (2ºdia) e 84,1% (6ºdia), sendo, portanto, considerada como dominante no período amostrado, no período chuvoso. Neste mesmo período, a contribuição das Cianobactérias variou entre 12,2 (6ºdia) e 19,3% (2ºdia), sendo, portanto, considerada como comum. No período seco, as Cianobactérias foram predominantes, com contribuição variando de 55,8 (5º dia) a 73,3% (7º dia). Ao contrário, as Clorophyceae contribuíram entre 21,4 (7º dia) a 40,2% (5ºdia), numa condição entre abundante e comum.

O mesmo padrão foi observado em BAR, sendo as Clorophyceae dominantes no período chuvoso, variando entre 49,9 (3ºdia) e 64,3% (6ºdia). Enquanto as Cianobactérias contribuíram entre 34,4 (6º dia) a 48,4% (3ºdia), numa condição abundante. No período seco, as Cianobactérias foram predominantes, com contribuição variando de 61,7 (5ºdia) a 71,3% (10º dia). Ao contrário, as Clorophyceae contribuíram entre 26,9 (10ºdia) a 36,7% (5º dia), numa condição entre abundante e comum.

Os demais grupos da comunidade fitoplancônica (Bacillariophyceae, dinofíceas, criptofíceas e crisofíceas) foram ocasionais nos dois períodos estudados, com máximo de contribuição de 7 (5ºdia) e 6,7 (9ºdia), nos períodos chuvoso e seco, em EC e com máximo de contribuição de 2,5 (10ºdia) e 2,8 (6 e 7ºdia),nos períodos chuvoso e seco, em BAR, respectivamente.

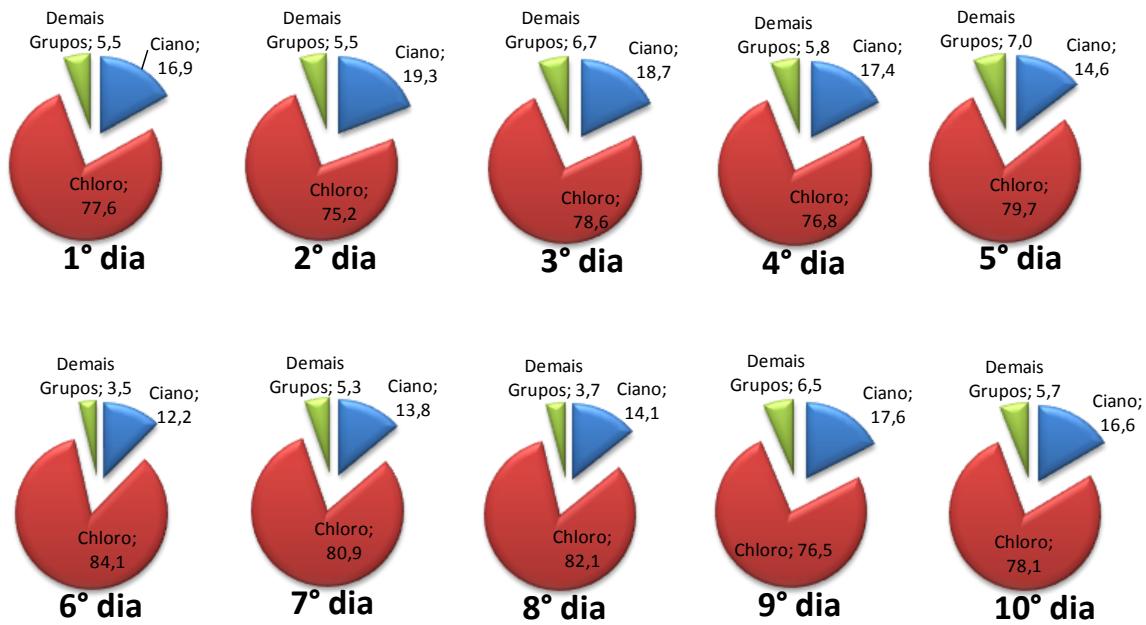


Figura 24: Porcentagem de contribuição dos principais grupos fitoplancônicos encontrados em EC, no período chuvoso de 2011 (Ciano – Cianobactérias, Cloro – Clorophyceae e demais grupos - Bacillariophyceae, Dinophyceae, Criophyceae e Crisophyceae).

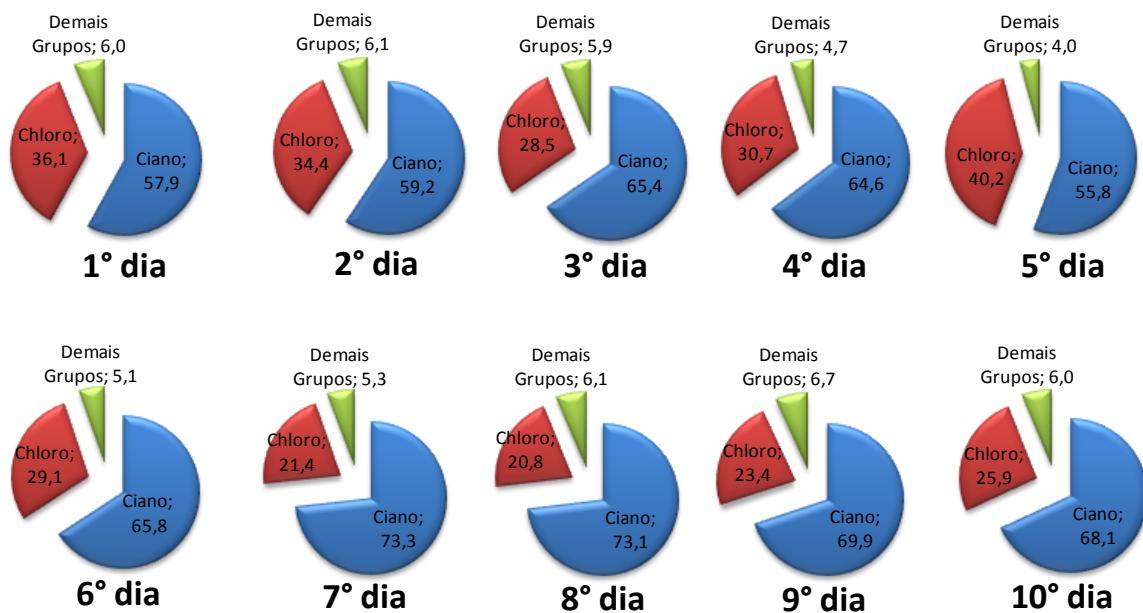


Figura 25: Porcentagem de contribuição dos principais grupos fitoplancônicos encontrados em EC, no período seco de 2011 (Ciano – Cianobactérias, Cloro – Clorophyceae e demais grupos - Bacillariophyceae, Dinophyceae, Criophyceae e Crisophyceae).

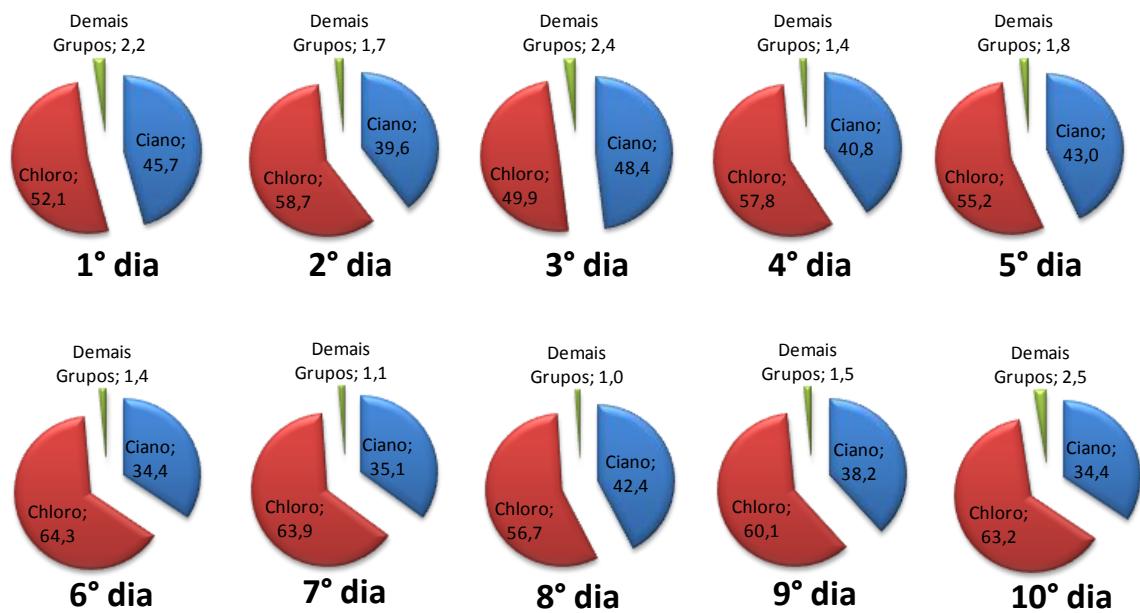


Figura 26: Porcentagem de contribuição dos principais grupos fitoplantônicos encontrados em BAR, no período chuvoso de 2011 (Ciano – Cianobactérias, Cloro – Clorophyceae e demais grupos - Bacillariophyceae, Dinophyceae, Criophyceae e Crisophyceae).

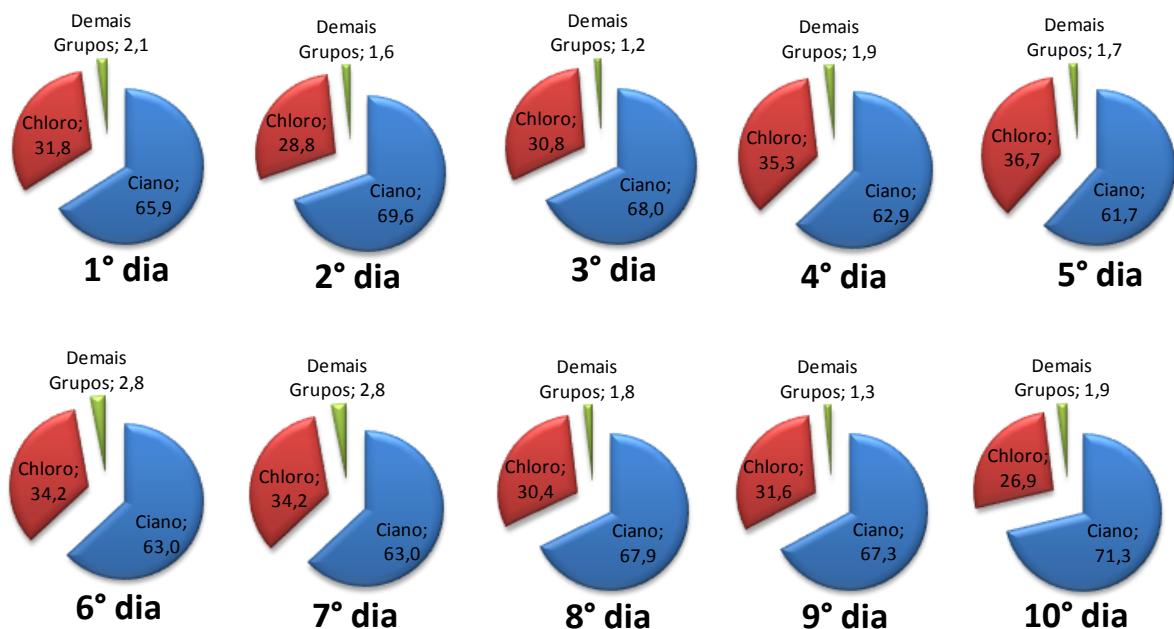


Figura 27: Porcentagem de contribuição dos principais grupos fitoplantônicos encontrados em BAR, no período seco de 2011 (Ciano – Cianobactérias, Cloro – Clorophyceae e demais grupos - Bacillariophyceae, Dinophyceae, Criophyceae e Crisophyceae).

No Anexo 1 (Tabelas 26 a 33) estão apresentadas todas as abundâncias relativas dos gêneros e espécies encontrados, nos períodos amostrados no reservatório. Dentre os organismos fitoplanctônicos encontrados duas espécies se destacaram no período amostrado: a Cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii* e a Clorophyceae *Monoraphidium contortum*.

Nas Figuras 28 e 29 estão apresentados os perfis de densidade total fitoplancônica, densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* e densidade de *Monoraphidium contortum*, em EC, nos períodos amostrados, respectivamente.

Em EC, as maiores densidades da comunidade fitoplancônica ocorreram no período chuvoso variando entre $102,11 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (7°dia, 0m) e $1,76 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (5°dia, 8,0m). Enquanto no período de seca, a densidade esteve entre $38,53 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (1°dia, 0m) e $6,88 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (9°dia, 8,0m).

A densidade de *Monoraphidium contortum* foi maior que a densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* no período chuvoso. A densidade de *M. contortum* variou entre $72,26 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (7°dia, 1,3m) e $0,46 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (5°dia, 8,0m) enquanto que a de *C. raciborskii* variou entre $10,80 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (10°dia, 2,0m) e $0,11 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (5°dia, 8,0m).

No período seco houve uma inversão, a Cianobactéria *C. raciborskii* apresentou maior densidade que a Clorophyceae *M. contortum*. Enquanto a densidade de *C. raciborskii* variou entre $19,62 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (4°dia, 0,6m) e $3,88 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (9°dia, 9,0m), a densidade de *M. contortum* variou entre $11,71 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (1°dia, 0m) e $0,21 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (7°dia, 0,6m).

Nas Figuras 30 e 31 estão apresentados os perfis de densidade total fitoplancônica, a densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* e a densidade de *Monoraphidium contortum*, em BAR, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente.

A densidade total, em BAR, no período chuvoso, variou entre $76,21 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (7°dia, 0m) e $8,19 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (3°dia, 10,0m). Enquanto no período seco, variou entre $72,90 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (2°dia, 0m) e $18,48 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (6°dia, 4,0m).

A densidade de *Monoraphidium contortum* e de *Cylindrospermopsis raciborskii* seguiu o mesmo padrão observado em EC, sendo as maiores densidades de *M. contortum* no período chuvoso e as de *C. raciborskii* no seco. As densidades de *M. contortum* variaram entre $45,80 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (7°dia, 0m) e $0,78 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (3°dia, 10,0m), no período chuvoso e entre $21,03 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (4°dia, 0m) e $3,51 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (6°dia, 4,0m), no período seco. Enquanto que a densidade de *C. raciborskii* variou entre $22,51 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (8°dia, 0m) e $3,03 \times 10^3$ indivíduos.mL $^{-1}$ (5°dia, 9,5m), no período

chuvisco e entre $46,72 \times 10^3$ indivíduos.mL⁻¹ (1ºdia, 0m) e $11,29 \times 10^3$ indivíduos.mL⁻¹ (6ºdia, 4,0m) no período seco.

Para os índices de diversidade (H'), dominância (c), equidade (e) e riqueza (d) (Tabela 8) foi realizada a média entre as profundidades, pois estes índices não tiveram variação. Para a diversidade de espécies a média entre os dias amostrados variou entre 1,94 (7º dia) e 2,29 bits.indivíduos⁻¹ (4ºdia) e 1,82 (7ºdia) e 2,20 bits.indivíduos⁻¹ (2ºdia), em EC, no período chuvoso e seco respectivamente.

Enquanto que em BAR, a diversidade variou entre 1,68 (7º dia) e 2,22 bits.indivíduos⁻¹ (1ºdia), no período chuvoso e entre 1,48 (5ºdia) e 1,81 bits.indivíduos⁻¹ (5ºdia), no período seco.

Para dominância e a equidade não foram observadas variações entre os períodos amostrados. No período chuvoso, em EC a variação foi de 0,39 (4º dia) a 0,49 bits.indivíduos⁻¹ (6ºdia) e 0,43 (6º dia) e 0,52 bits.indivíduos⁻¹ (4ºdia), para dominância e equidade, respectivamente. No período seco a variação da dominância foi de 0,35 (5º dia) a 0,50 bits.indivíduos⁻¹ (7ºdia) e da equidade foi de 0,44 (7º dia) e 0,52 bits.indivíduos⁻¹ (5ºdia).

Em BAR, a dominância variou entre 0,29 (1º dia) e 0,44 bits.indivíduos⁻¹ (7ºdia), no período chuvoso e entre 0,41 (5º dia) e 0,52 bits.indivíduos⁻¹ (10ºdia), no período seco. Quanto a equidade, a variação esteve entre 0,42 (7º dia) e 0,55 bits.indivíduos⁻¹ (1ºdia) no período chuvoso, e entre 0,38 (2º dia) e 0,47 bits.indivíduos⁻¹ (6ºdia), no período seco.

A riqueza de espécies foi maior em EC do que em BAR. No período chuvoso, o maior valor de riqueza foi de 24,23 bits.indivíduos⁻¹ (8ºdia) em EC e de 17,49 bits.indivíduos⁻¹ (6ºdia); em BAR, no período seco, os maiores valores foram de 19,28 bits.indivíduos⁻¹ (2ºdia) e em EC e de 15,89 bits.indivíduos⁻¹ (1ºdia), em BAR.

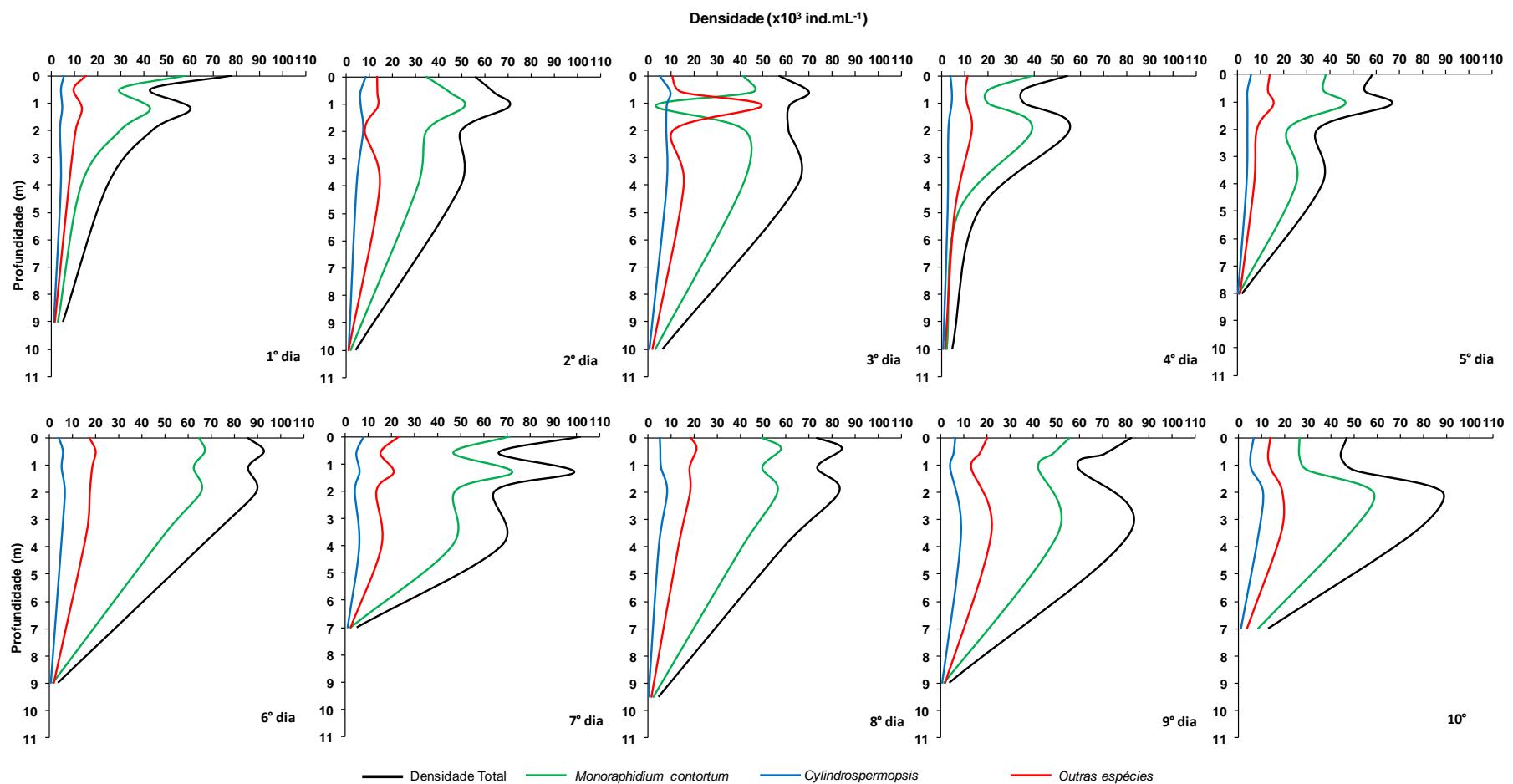


Figura 28: Perfil da densidade total e dos principais organismos fitoplânctonicos ($\times 10^3$ indivíduo. \cdot mL $^{-1}$) em EC, no período chuvoso de 2011.

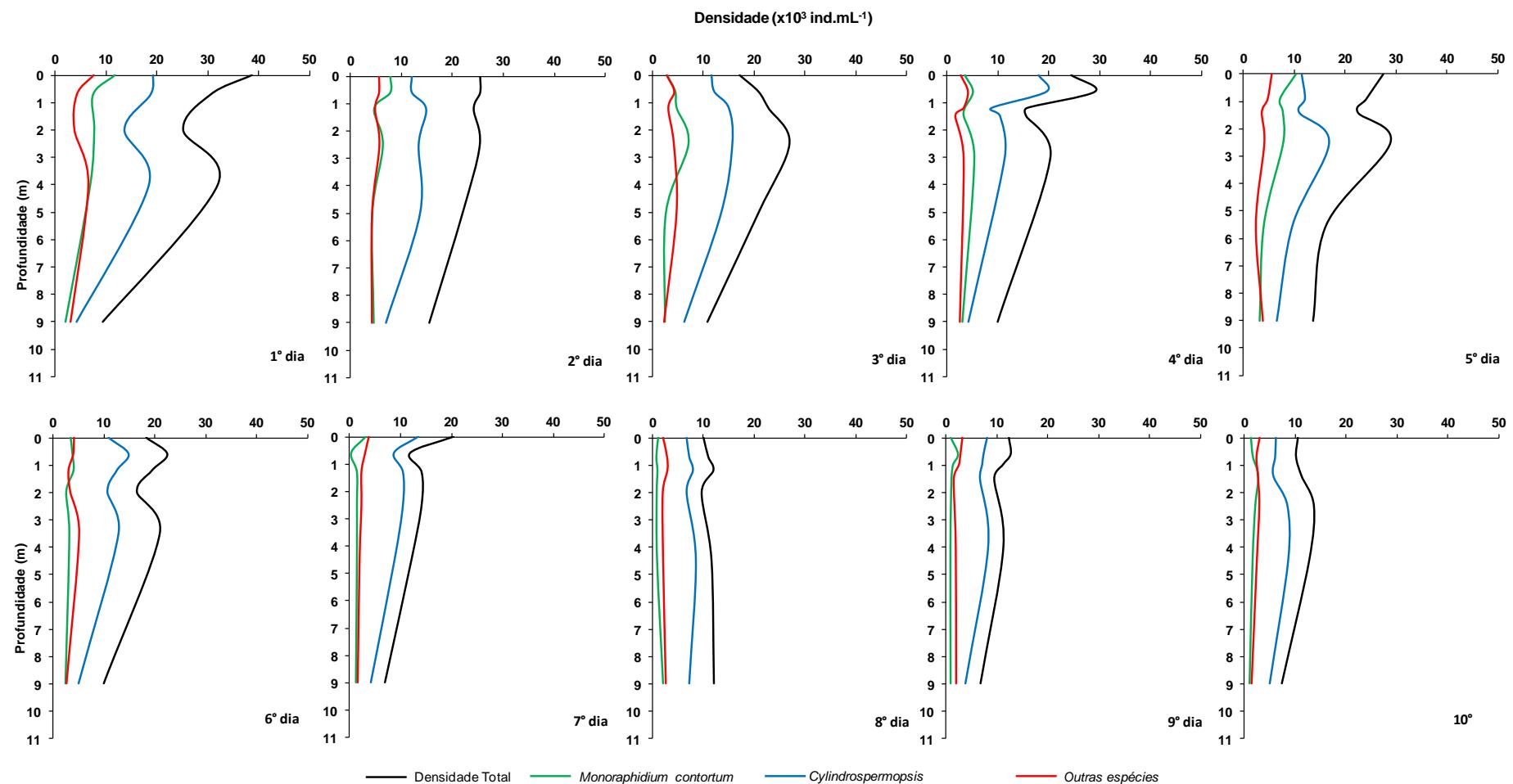


Figura 29: Perfil da densidade total e dos principais organismos fitoplânctonicos ($\times 10^3$ indivíduo. \cdot mL $^{-1}$) em EC, no período seco de 2011.

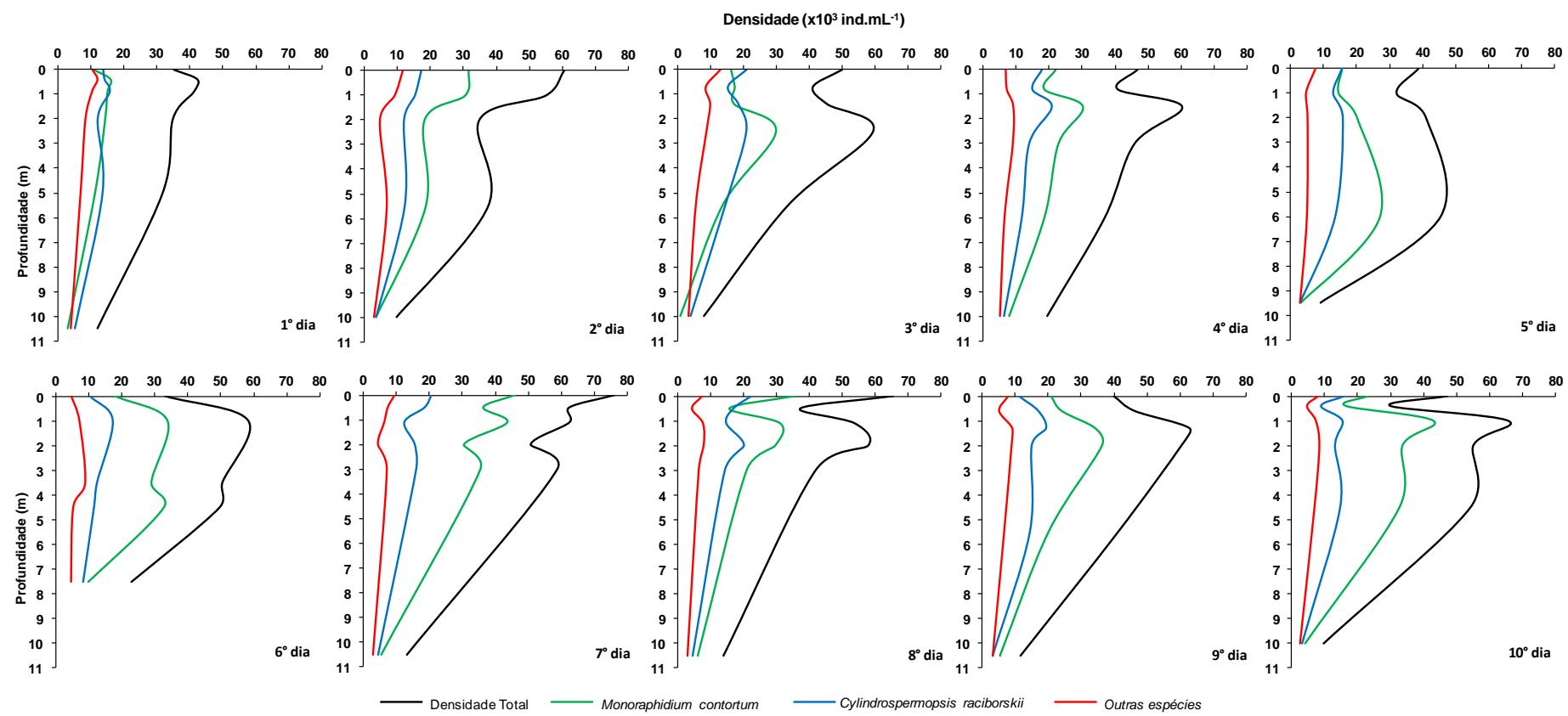


Figura 30: Perfil da densidade total e dos principais organismos fitoplânctonicos ($\times 10^3$ indivíduo. \cdot mL $^{-1}$) em BAR, no período chuvoso de 2011.

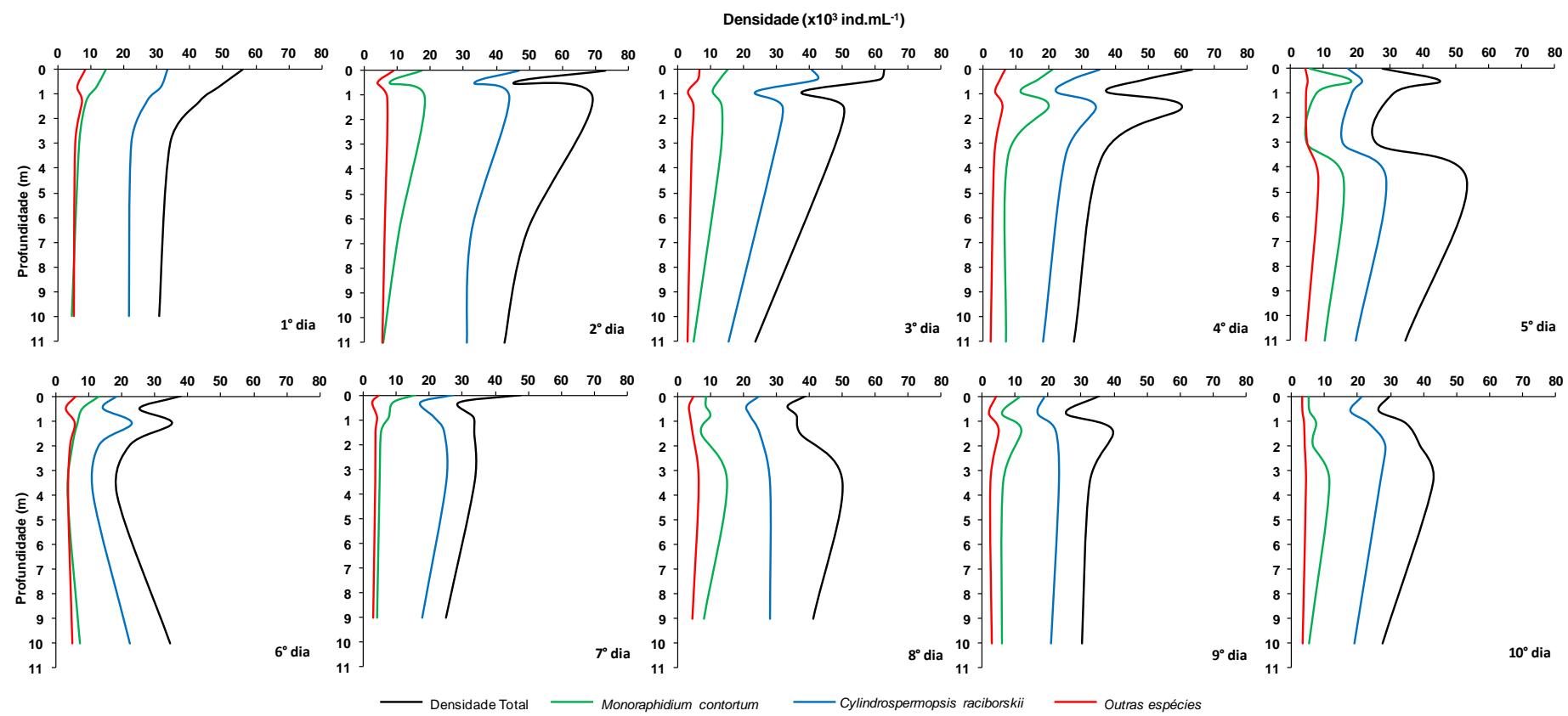


Figura 31: Perfil da densidade total e dos principais organismos fitoplânctonicos ($\times 10^3$ indivíduo.mL⁻¹) em BAR,no período seco de 2011.

Tabela 8: Média, Desvio Padrão (DESVPAD) e Coeficiente de Variação (CV) dos Índices de Diversidade (H'), Dominância (c), equidade (e) e Riqueza (d), em Bits.indivíduos⁻¹, em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

	EC								BAR								
	Chuvoso				Seco				Chuvoso				Seco				
Prof.	H'	c	e	d	H'	c	e	d	H'	c	e	d	H'	c	e	d	
1º dia	Média	2,02	0,45	0,46	20,55	2,14	0,36	0,50	18,88	2,22	0,29	0,55	16,22	1,67	0,46	0,42	15,89
	DESVPAD	0,36	0,10	0,09	1,52	0,38	0,07	0,07	3,46	0,12	0,02	0,04	1,75	0,07	0,03	0,01	1,23
	CV	0,18	0,22	0,20	0,07	0,18	0,18	0,13	0,18	0,05	0,07	0,07	0,11	0,04	0,07	0,03	0,08
2º dia	Média	2,05	0,44	0,47	21,72	2,20	0,36	0,52	19,28	1,98	0,36	0,49	16,89	1,50	0,51	0,38	15,50
	DESVPAD	0,30	0,09	0,10	4,60	0,19	0,06	0,04	1,52	0,23	0,05	0,06	2,74	0,12	0,05	0,02	2,61
	CV	0,14	0,21	0,22	0,21	0,09	0,16	0,07	0,08	0,11	0,14	0,12	0,16	0,08	0,10	0,04	0,17
3º dia	Média	2,14	0,42	0,47	23,73	1,97	0,43	0,47	17,88	2,16	0,33	0,52	17,22	1,54	0,49	0,39	15,56
	DESVPAD	0,27	0,06	0,06	2,79	0,19	0,04	0,03	2,61	0,27	0,04	0,07	1,37	0,05	0,02	0,04	3,39
	CV	0,13	0,14	0,13	0,12	0,10	0,10	0,07	0,15	0,12	0,11	0,12	0,08	0,04	0,04	0,11	0,22
4º dia	Média	2,29	0,39	0,52	21,38	1,90	0,44	0,46	17,54	1,97	0,35	0,50	15,73	1,56	0,46	0,42	13,39
	DESVPAD	0,39	0,11	0,10	2,44	0,35	0,10	0,08	1,63	0,13	0,03	0,04	0,98	0,08	0,04	0,04	2,08
	CV	0,17	0,29	0,19	0,11	0,19	0,24	0,18	0,09	0,06	0,08	0,08	0,06	0,05	0,09	0,08	0,16
5º dia	Média	2,23	0,40	0,51	21,55	2,10	0,35	0,52	16,71	1,94	0,36	0,49	15,49	1,81	0,41	0,45	15,89
	DESVPAD	0,61	0,14	0,17	3,17	0,25	0,04	0,04	2,04	0,29	0,07	0,07	1,14	0,10	0,02	0,03	2,10
	CV	0,27	0,35	0,34	0,15	0,12	0,12	0,08	0,12	0,15	0,19	0,15	0,07	0,05	0,04	0,06	0,13
6º dia	Média	1,95	0,49	0,43	23,06	2,07	0,41	0,50	17,71	1,81	0,41	0,44	17,49	1,80	0,42	0,47	14,22
	DESVPAD	0,62	0,14	0,15	2,49	0,20	0,05	0,04	2,32	0,22	0,06	0,04	3,85	0,09	0,04	0,04	2,16
	CV	0,32	0,28	0,34	0,11	0,10	0,13	0,08	0,13	0,12	0,14	0,09	0,22	0,05	0,09	0,09	0,15
7º dia	Média	1,94	0,47	0,45	20,56	1,82	0,50	0,44	17,27	1,68	0,44	0,42	16,23	1,48	0,51	0,40	13,22
	DESVPAD	0,49	0,12	0,12	1,38	0,22	0,07	0,05	2,51	0,23	0,07	0,05	1,96	0,10	0,06	0,05	2,58
	CV	0,25	0,26	0,27	0,07	0,12	0,14	0,10	0,15	0,14	0,16	0,11	0,12	0,07	0,12	0,11	0,20
8º dia	Média	1,98	0,46	0,44	24,23	2,02	0,47	0,48	18,70	1,81	0,39	0,46	15,06	1,61	0,47	0,42	14,06
	DESVPAD	0,23	0,06	0,09	4,52	0,16	0,05	0,03	1,73	0,16	0,03	0,03	1,47	0,06	0,03	0,03	2,32
	CV	0,12	0,13	0,19	0,19	0,08	0,11	0,06	0,09	0,09	0,09	0,07	0,10	0,04	0,07	0,07	0,16
9º dia	Média	2,13	0,41	0,48	22,29	2,02	0,45	0,50	15,86	1,91	0,38	0,48	15,89	1,56	0,48	0,41	14,29
	DESVPAD	0,47	0,13	0,13	2,53	0,31	0,08	0,06	2,19	0,21	0,05	0,06	1,68	0,21	0,07	0,05	2,70
	CV	0,22	0,30	0,27	0,11	0,15	0,18	0,11	0,14	0,11	0,12	0,12	0,11	0,13	0,15	0,11	0,19
10º dia	Média	2,17	0,41	0,49	22,23	2,12	0,41	0,51	17,53	1,83	0,40	0,48	13,72	1,51	0,52	0,39	14,72
	DESVPAD	0,16	0,04	0,04	3,99	0,24	0,06	0,05	1,36	0,29	0,07	0,05	1,93	0,08	0,04	0,02	1,17
	CV	0,07	0,10	0,08	0,18	0,12	0,15	0,10	0,08	0,16	0,17	0,11	0,14	0,05	0,07	0,05	0,08

6.1.6. Biomassa fitoplancônica por biovolume

Nas Tabelas 9 e 10 estão apresentados os valores de volume celular e biovolume de *Monoraphidium contortum* em EC e BAR, respectivamente.

Em EC, não foi observado variação de volume celular e biovolume do *Monoraphidium contortum* entre os períodos chuvoso e seco. O volume celular, no período chuvoso, variou entre 1,18 a 1,84 μm^3 e no seco entre 1,15 a 1,78 μm^3 . O biovolume, como esta relacionado com a densidade, também teve os maiores valores no período chuvoso (variando entre 0,06 e $11,09 \times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$) se comparado ao período seco (entre 0,03 e $1,65 \times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$).

Em BAR foi observada variação de volume celular e biovolume do *Monoraphidium contortum* entre o período chuvoso e seco. Tanto o volume celular como o biovolume apresentaram os maiores valores no período chuvoso variando entre 1,40 e 6,91 μm^3 e entre 0,17 a $22,52 \times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, respectivamente.

Nas Tabelas 11 e 12 estão apresentados os valores de volume celular e biovolume de *Cylindrospermopsis raciborskii* em EC e BAR, respectivamente. Como esperado, *C. raciborskii* apresentou volume celular maior, e consequentemente maior biovolume, se comparado a *M. contortum*.

Em EC, o volume celular e o biovolume variaram entre 418,52 a 8.751,42 μm^3 e 0,04 a $45,70 \times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, no período chuvoso e entre 457,38 a 1172,52 μm^3 e 1,90 a $12,91 \times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, no período seco.

Em BAR, ao contrário, o volume celular e o biovolume, foram menores se comparados à EC variando entre 176,43 a 768,69 μm^3 e 0,54 a $13,07 \times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, no período chuvoso. No período seco, o volume celular e o biovolume variaram entre 317,18 a 917,72 μm^3 e 4,26 a $24,61 \times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 9: Volume celular (μm^3), biovolume ($\times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$), da espécie *Monoraphidium contortum*, em EC, nos períodos chuvoso e seco de 2011. Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

		Chuvosa		Seca				Chuvosa		Seca			
Dia	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Dia	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Prof.	Volume Celular	Biovolume
		μm^3	$10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$		μm^3	$10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$			μm^3	$10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$		μm^3	$10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$
1	0,0	1,41	8,18	0,0	1,15	1,34	6	0,0	1,56	10,05	0,0	1,46	0,50
	0,5	1,41	4,14	0,7	1,23	0,92		0,5	1,31	8,79	0,6	1,44	0,55
	1,2	1,50	6,40	2,0	1,33	1,02		1,1	1,64	10,21	1,2	1,36	0,55
	2,0	1,53	4,53	4,0	1,20	0,83		2,0	1,59	10,38	2,0	1,69	0,43
	4,0	1,43	1,82	9,0	1,26	0,26		3,5	1,52	7,61	3,5	1,40	0,45
	9,0	1,60	0,41					9,0	1,47	0,22	9,0	1,54	0,37
2	0,0	1,51	5,18	0,0	1,59	1,25	7	0,0	1,42	10,13	0,0	1,73	0,56
	0,6	1,61	7,25	0,6				0,6	1,54	7,19	0,6	1,59	0,03
	1,1	1,65	8,36	1,2	1,57	0,72		1,3	1,53	11,09	1,3	1,43	0,20
	2,0	1,33	4,57	2,5	1,58	1,00		2,0	1,45	6,87	2,5		
	4,0	1,30	4,00	5,0	1,54	0,65		4,0	1,48	6,84	4,5	1,59	0,22
	10,0	1,37	0,24	9,0	1,78	0,81		7,0	1,48	0,31	9,0	1,37	0,16
3	0,0	1,51	6,22	0,0	1,39	0,39	8	0,0	1,26	6,22	0,0	1,27	0,13
	0,6	1,51	6,85	0,6	1,19	0,53		0,4	1,21	7,00	0,7	1,49	0,10
	1,1	1,53	0,56	1,2	1,26	0,59		1,1	1,46	7,26	1,2	1,39	0,13
	2,0	1,40	5,91	2,5	1,30	0,92		2,0	1,31	7,39	2,0	1,39	0,11
	4,0	1,58	6,49	5,0	1,74	0,45		4,0	1,45	5,96	4,5	1,46	0,12
	10,0	1,54	0,54	9,0	1,65	0,40		9,5	1,49	0,39	9,0	1,66	0,34
4	0,0	1,45	5,72	0,0	1,57	0,55	9	0,0	1,27	7,11	0,0	1,41	0,14
	0,5	1,84	3,80	0,6	1,35	0,71		0,6	1,26	6,11	0,6	1,26	0,30
	1,0	1,50	2,98	1,2	1,64	0,58		1,1	1,18	4,96	1,0	1,52	0,21
	2,0	1,52	5,91	1,5	1,54	0,51		3,5	1,24	6,32	1,5	1,38	0,16
	5,0	1,37	0,99	3,0	1,59	0,87		9,0	1,25	0,17	4,0	1,42	0,13
	10,0	1,55	0,35	9,0	1,64	0,50					9,0	1,24	0,12
5	0,0	1,51	5,79	0,0	1,58	1,65	10	0,0	1,25	3,32	0,0	1,29	0,16
	0,6	1,67	6,26	0,9	1,76	1,28		0,7	1,29	3,42	0,7	1,36	0,23
	1,1	1,46	6,80	1,4	1,34	1,05		1,2	1,50	4,49	1,4	1,46	0,41
	2,0	1,64	3,56	2,5	1,66	1,31		2,0	1,35	7,92	2,5	1,36	0,30
	4,0	1,39	3,52	5,5	1,52	0,61		3,5	1,46	7,10	4,5	1,40	0,23
	8,0	1,26	0,06	9,0	1,57	0,50		7,0	1,27	1,08	9,0	1,50	0,15

Tabela 10: Volume celular (μm^3), biovolume ($\times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$), da espécie *Monoraphidium contortum*, em BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011. Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

Dia	Prof.	Chuvosa		Seca		Dia	Prof.	Chuvosa		Seca		
		Volume Celular μm^3	Biovolume $10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$	Volume Celular μm^3	Biovolume $10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$			Volume Celular μm^3	Biovolume $10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$	Prof.	Volume Celular μm^3	
1	0,0	1,84	2,00	0,0	1,64	2,36	6	0,0	2,25	4,06	0,0	1,59
	0,4	2,12	3,41	0,7	1,73	2,02		1,0	2,32	7,85	0,5	1,64
	0,9	1,66	2,50	1,3	1,62	1,39		3,5	2,49	7,21	1,1	1,41
	2,0	1,40	2,02	3,0	1,74	1,13		4,5	2,98	9,76	2,0	1,56
	5,0	1,53	1,73	10,0	1,54	0,66		7,5	1,82	1,81	4,0	1,63
	10,5	1,55	0,45								10,0	1,67
2	0,0	2,26	7,13	0,0	1,72	2,98	7	0,0	1,80	8,24	0,0	1,77
	1,0	2,04	6,24	0,5	1,56	1,21		0,5	2,20	7,98	0,3	1,81
	2,0	2,15	3,92	1,1	1,64	3,00		1,1	1,50	6,53	0,9	1,52
	5,5	1,60	2,97	6,5	1,74	1,84		2,0	1,85	5,64	1,5	1,62
	10,0	1,75	0,61	11,0	1,41	0,82		3,0	1,60	5,67	3,5	1,47
3	0,0	2,15	3,48	0,0	1,53	2,35	8	0,0	2,01	7,15	0,0	2,23
	0,7	2,25	3,91	0,4	1,50	1,93		0,5	2,54	4,02	0,4	1,39
	1,4	2,35	4,05	0,9	1,57	1,68		1,1	2,61	8,15	0,8	1,97
	2,5	1,74	5,22	1,5	1,60	2,17		2,0	2,18	6,49	1,5	1,36
	5,5	1,97	2,70	3,5	1,84	2,40		3,0	1,85	3,89	3,5	1,68
	10,0	2,14	0,17	11,0	1,53	0,73		10,5	1,91	1,18	9,0	1,31
4	0,0	2,51	5,55	0,0	1,95	4,11	9	0,0	3,32	6,91	0,0	1,70
	0,8	1,71	3,21	0,4	1,52	2,53		0,6	4,27	10,27	0,7	1,47
	1,5	2,22	6,71	0,9	1,72	1,97		1,3	4,44	15,18	1,4	1,57
	3,0	1,92	4,41	1,5	1,52	3,03		2,0	3,91	14,19	3,5	1,73
	6,0	2,13	3,99	3,5	1,73	1,32		5,5	3,40	6,82	10,0	1,32
	10,0	2,43	1,96	11,0	1,68	1,17		10,5	2,69	1,43		
5	0,0	2,08	3,26	0,0	1,68	1,00	10	0,0	6,91	15,94	0,0	1,55
	1,0	2,29	3,34	0,5	1,53	2,85		0,4	4,96	8,15	0,6	1,78
	2,0	2,17	4,38	1,0	1,71	1,35		1,0	5,25	22,52	1,1	1,83
	6,0	1,89	5,13	3,0	1,84	0,91		2,0	4,57	15,32	2,0	1,68
	9,5	1,75	0,57	4,5	1,66	2,69		4,5	3,85	12,56	3,5	1,65
				11,0	1,64	1,71		10,0	2,92	1,20	10,0	1,88
												1,00

Tabela 11: Volume celular (μm^3), biovolume ($\times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$), da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, em EC, nos períodos chuvoso e seco de 2011. Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

		Chuvosa		Seca				Chuvosa		Seca			
Dia	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Dia	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Prof.	Volume Celular	Biovolume
		μm^3	$10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$		μm^3	$10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$			μm^3	$10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$		μm^3	$10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$
1	0,0	491,65	2,67	0,0	594,61	11,41	6	0,0	1147,41	4,29	0,0	1172,52	12,66
	0,5	614,66	2,52	0,7	674,42	12,61		0,5	622,51	3,47	0,6	643,75	9,49
	1,2	571,94	2,66	2,0	650,98	8,82		1,1	649,06	3,25	1,2	655,21	8,14
	2,0	567,04	2,04	4,0	565,43	10,37		2,0	632,26	4,06	2,0	656,43	6,95
	4,0	664,09	2,67	9,0	457,38	1,90		3,5	664,71	3,47	3,5	741,08	9,47
	9,0	646,40	0,52					9,0	419,92	0,12	9,0	629,49	3,09
2	0,0	590,68	4,84	0,0	600,29	7,20	7	0,0	568,77	4,46	0,0	649,77	8,71
	0,6	527,75	3,13	0,6	0,00	0,00		0,6	606,51	2,78	0,6	636,49	5,52
	1,1	489,32	3,00	1,2	578,72	8,58		1,3	561,94	3,37	1,3	656,64	6,86
	2,0	652,60	4,65	2,5	930,08	12,40		2,0	553,86	2,15	2,5		
	4,0	577,77	2,53	5,0	503,93	6,86		4,0	621,74	3,64	4,5	657,33	5,80
	10,0	609,73	0,67	9,0	732,87	5,02		7,0	603,28	0,43	9,0	645,43	2,71
3	0,0	538,05	2,70	0,0	831,39	9,62	8	0,0	8751,42	45,70	0,0	663,61	4,50
	0,6	614,54	5,94	0,6	732,13	8,89		0,4	599,31	3,26	0,7	601,87	4,37
	1,1	532,76	4,32	1,2	662,13	9,95		1,1	523,18	3,03	1,2	608,88	4,86
	2,0	584,85	4,62	2,5	740,96	11,66		2,0	536,80	4,55	2,0	636,90	4,31
	4,0	551,16	4,47	5,0	806,14	10,92		4,0	555,02	2,66	4,5	682,31	5,83
	10,0	573,98	0,43	9,0	676,16	4,17		9,5	503,36	0,12	9,0	708,32	5,15
4	0,0	620,93	2,41	0,0	714,66	12,91	9	0,0	508,48	3,27	0,0	681,84	5,58
	0,5	625,57	2,83	0,6	631,22	12,38		0,6	498,11	2,81	0,6	759,59	5,68
	1,0	588,69	2,66	1,2	827,20	7,30		1,1	534,79	2,23	1,0	808,55	5,82
	2,0	596,44	1,81	1,5	710,81	7,47		3,5	496,99	4,45	1,5	696,58	4,72
	5,0	507,61	1,36	3,0	934,66	10,68		9,0	418,52	0,28	4,0	693,24	5,82
	10,0	585,65	0,39	9,0	671,74	2,89					9,0	605,26	2,35
5	0,0	606,49	3,64	0,0	731,18	8,41	10	0,0	433,41	2,91	0,0	583,92	3,67
	0,6	563,87	2,47	0,9	913,36	11,09		0,7	536,71	2,80	0,7	756,30	4,64
	1,1	619,46	2,71	1,4	763,06	8,40		1,2	601,47	3,52	1,4	603,38	3,49
	2,0	688,54	3,01	2,5	765,09	12,90		2,0	512,53	5,53	2,5	608,08	5,19
	4,0	769,60	3,04	5,5	735,96	7,17		3,5	472,73	4,20	4,5	542,14	4,71
	8,0	420,12	0,04	9,0	737,63	4,89		7,0	569,04	0,60	9,0	732,59	3,72

Tabela 12: Volume celular (μm^3), biovolume ($\times 10^6$ indivíduos. mL^{-1}), da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* na Barragem, nos períodos chuvoso e seco de 2011. Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

		Chuvosa		Seca				Chuvosa		Seca			
Dia	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Dia	Prof.	Volume Celular	Biovolume	Prof.	Volume Celular	Biovolume
		μm^3	$10^6 \mu\text{m}^3 \cdot \text{mL}^{-1}$		μm^3	$10^6 \mu\text{m}^3 \cdot \text{mL}^{-1}$			μm^3	$10^6 \mu\text{m}^3 \cdot \text{mL}^{-1}$		μm^3	$10^6 \mu\text{m}^3 \cdot \text{mL}^{-1}$
1	0,0	290,06	3,99	0,0	632,06	20,96	6	0,0	364,25	3,78	0,0	490,82	9,04
	0,4	390,39	5,54	0,7	438,16	13,67		1,0	424,38	7,34	0,5	447,64	6,38
	0,9	371,50	5,85	1,3	409,29	11,00		3,5	307,92	3,85	1,1	440,29	10,10
	2,0	284,70	3,44	3,0	406,05	9,03		4,5	471,67	5,46	2,0	421,20	5,47
	5,0	313,09	4,24	10,0	415,30	8,94		7,5	354,13	2,94	4,0	377,35	4,26
	10,5	326,60	1,67								10,0	375,23	8,39
2	0,0	452,99	7,83	0,0	507,08	23,69	7	0,0	322,20	6,71	0,0	403,21	10,98
	1,0	522,76	8,04	0,5	476,66	15,84		0,5	382,22	7,15	0,3	381,62	6,62
	2,0	449,24	5,42	1,1	440,10	19,29		1,1	434,12	5,45	0,9	416,36	8,96
	5,5	320,74	3,94	6,5	557,76	18,07		2,0	325,30	5,12	1,5	465,77	11,44
	10,0	343,08	1,23	11,0	432,25	13,39		3,0	333,30	5,39	3,5	641,57	16,16
								10,5	542,83	2,51	9,0	461,97	8,28
3	0,0	299,25	6,25	0,0	362,07	14,74	8	0,0	373,82	8,41	0,0	459,27	11,44
	0,7	385,58	5,90	0,4	504,07	21,31		0,5	369,03	6,33	0,4	322,85	6,74
	1,4	365,75	6,76	0,9	443,14	10,51		1,1	371,96	5,56	0,8	367,15	8,08
	2,5	428,59	8,92	1,5	425,60	13,57		2,0	315,89	6,42	1,5	532,51	13,30
	5,5	436,17	6,34	3,5	428,24	12,51		3,0	237,10	3,45	3,5	381,41	10,77
	10,0	263,25	1,09	11,0	402,87	6,28		10,5	335,64	1,60	9,0	338,51	9,56
4	0,0	629,40	11,24	0,0	620,55	21,98	9	0,0	555,68	6,20	0,0	317,18	6,07
	0,8	361,43	5,41	0,4	483,87	13,01		0,6	768,69	13,07	0,7	351,47	5,98
	1,5	375,70	7,85	0,9	595,39	13,23		1,3	485,31	9,38	1,4	747,38	16,77
	3,0	417,60	5,83	1,5	503,93	17,28		2,0	423,41	6,36	3,5	400,63	9,39
	6,0	402,03	4,71	3,5	454,93	11,36		5,5	554,63	8,02	10,0	417,49	8,78
	10,0	378,47	2,38	11,0	412,14	7,47		10,5	307,05	1,03			
5	0,0	409,43	6,36	0,0	447,29	7,83	10	0,0	668,18	10,70	0,0	551,15	11,78
	1,0	343,95	4,44	0,5	444,20	9,65		0,4	499,67	4,44	0,6	352,50	6,27
	2,0	397,65	6,29	1,0	466,46	8,72		1,0	577,91	8,89	1,1	418,15	9,77
	6,0	413,30	5,60	3,0	394,86	6,30		2,0	553,40	7,26	2,0	422,99	12,00
	9,5	176,43	0,54	4,5	412,18	11,93		4,5	717,09	10,53	3,5	917,72	24,61
				11,0	393,82	7,81		10,0	457,77	1,44	10,0	479,44	9,10

6.1.7. Biomassa fitoplancônica por concentração de pigmentos

As isolíneas das concentrações de clorofila a e feofitina estão nas Figuras 32 e 33, respectivamente. Ocorreram variações sazonais de clorofila a nas duas estações amostradas. As maiores concentrações ocorreram no período chuvoso, em EC (entre 8,60 e 68,56 $\mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente; 10°dia, 3,5m e 2°dia, 4,0m), e no período seco, em BAR (entre 30,13 e 40,18 $\mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente; 3°dia, 0,4m e 2°dia, 6,5m).

As concentrações de feofitina mantiveram-se constante ao longo da coluna de água e entre os períodos amostrados, exceto no período seco, em EC. Neste período houve variação vertical em quase todos os dias amostrados, exceto nos dias 4 e 5.

Em EC, as concentrações variaram entre 1,26 (10°dia, 0,0m) e 69,01 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (10°dia, 2,0m) no período chuvoso e entre 1,06 (9°dia, 1,0m) e 85,82 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (3°dia, 9,0m) no período seco. Em BAR, as variações estiveram entre 0,10 (10°dia, 1,0m) e 5,30 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (1°dia, 0,4m), no período chuvoso e entre 0,17 (4°dia, 0,9m) e 13,22 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (3°dia, 0,4m), no período seco.

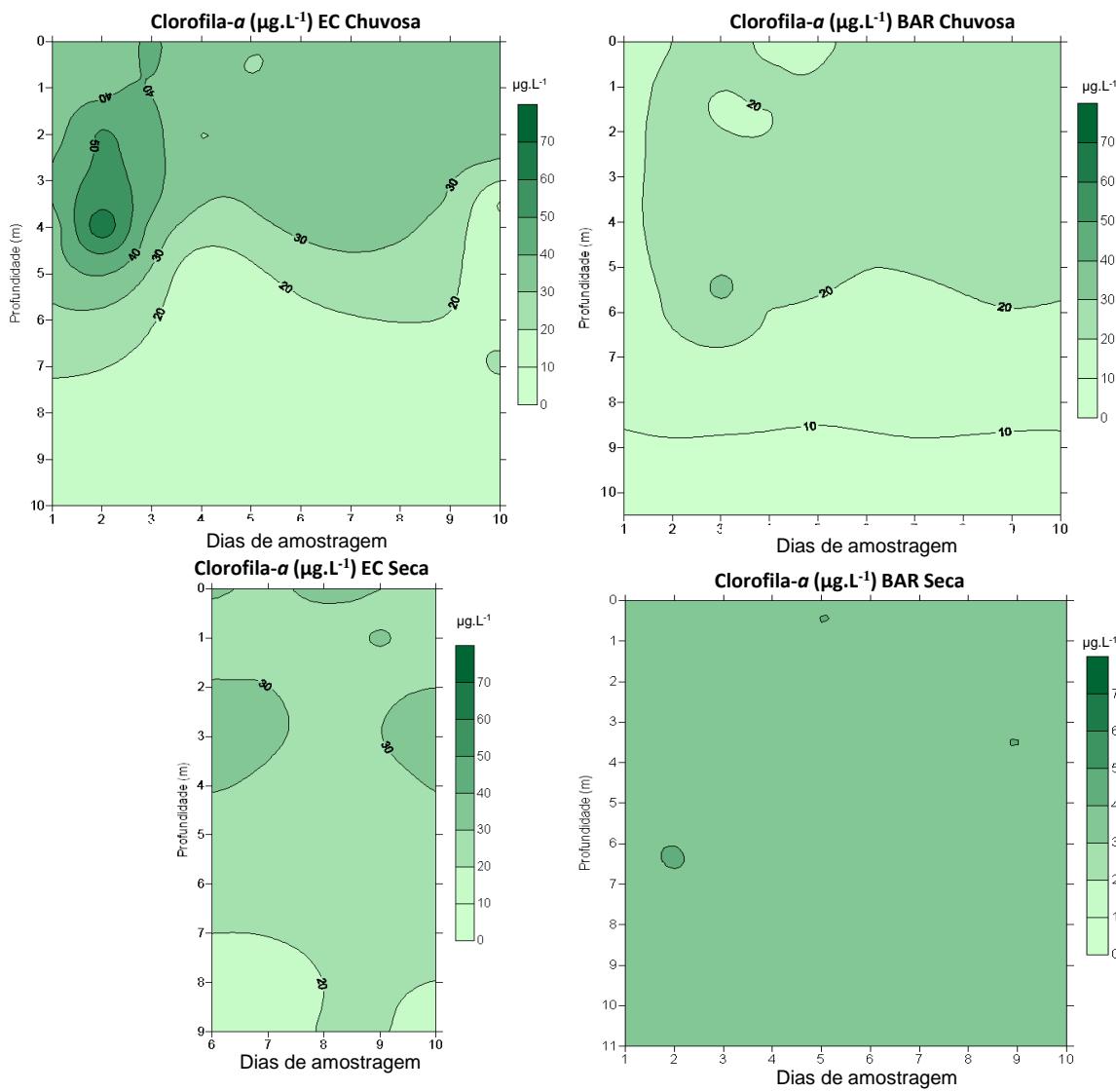


Figura 32: Isolíneas de Clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, no período chuvoso e seco de 2011.

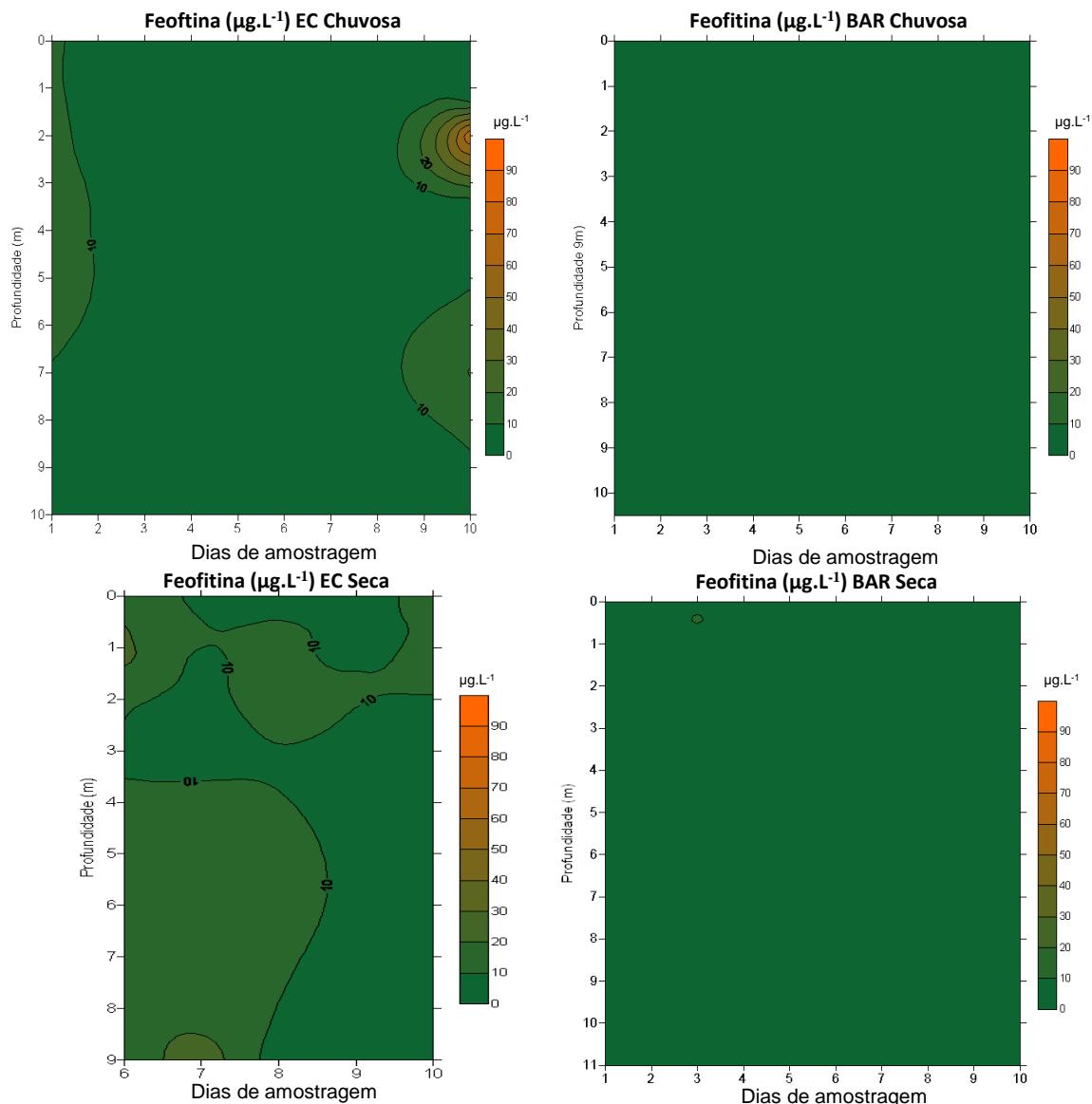


Figura 33: Isolíneas e feofitina ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, no período chuvoso e seco de 2011.

6.1.8. Cianotoxinas

As concentrações de saxitoxina do período chuvoso e seco estão apresentadas na Tabela 13. As concentrações em EC foram menores se comparadas à BAR, no período chuvoso, variando entre $0,04$ e $0,11\mu\text{g. L}^{-1}$ e $0,10$ e $0,17\mu\text{g. L}^{-1}$, respectivamente. No entanto, no período seco, as concentrações foram semelhantes para as duas estações amostradas, variando entre $0,14$ e $0,21\mu\text{g. L}^{-1}$ (6, 2 e 5ºdia), em EC e $0,18$ e $0,20\mu\text{g. L}^{-1}$ (1, 2, 3 e 8º dia), em BAR.

Foram realizadas análises de microcistina e cilidrospermopsina, mas as duas toxinas estavam abaixo do limite de detecção do método ($0,02 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Tabela 13: Concentração de Saxitoxina ($\mu\text{g.L}^{-1}$) em EC e BAR, no período chuvoso e seco de 2011.

	EC		BAR	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
1ºdia	0,09	0,19	0,16	0,18
2ºdia	0,09	0,21	0,12	0,18
3ºdia	0,11	0,20	0,17	0,18
4ºdia	—	0,20	0,13	0,19
5ºdia	0,05	0,21	0,12	0,19
6ºdia	0,07	0,14	0,11	0,19
7ºdia	0,04	0,19	0,10	0,19
8ºdia	0,08	0,18	0,15	0,20
9ºdia	0,08	—	0,17	0,19
10ºdia	0,08	0,19	0,17	0,19

(-) Análise não realizada.

6.1.9. Análise Estatística

A partir da análise de variância (ANOVA) para cada fator individualmente, quais sejam: estações de amostragem (EC e BAR), períodos do ano (chuvoso e seco), diferentes profundidades e dias de amostragem, observou-se que algumas variáveis apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) entre EC e BAR (NO_3^- , NO_2^- , ortofosfato, PTD, PT, relação NID: PTD, turbidez, HCO_3^- , COT e CT), entre as diferentes profundidades (NP, turbidez, alcalinidade, CO_2Total , CO_2Livre e Cl), entre os diferentes dias de amostragem (NO_3^- e relação NID: PTD) e entre os períodos do ano(NO_2^- , PTD, PT, turbidez, alcalinidade, CO_2Livre , HCO_3^- , CO_3^{2-} , COT e CT).

Porém, admitindo-se que o nível de corte de probabilidade aceito foi de 5% para o conjunto de dados completos (MANOVA), nenhum dos fatores acima mencionados foi significativo ($P>0,05$).

Uma única Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada para o conjunto de dados (Tabela 14), de maneira a hierarquizar os indicadores que compunham a matriz.

Tabela 14: Resultados das análises de componentes principais (PCA) para os dados diários (CO_2 total- Dióxido de carbono Total; CO_2 livre - Dióxido de carbono livre; PT - Fósforo total).

Variáveis selecionadas	Carga dos componentes	
	Comp 1	Comp 2
CO_2 total	0.985	-0.051
Alcalinidade	0.792	0.114
CO_2 livre	0.791	-0.228
PT	0.145	0.969
Porcentagem (%)	56.101	25.156
Total (%)	81,257	

Para o conjunto de dados diários, os dois primeiros componentes explicaram juntos 81,26% da variância total dos dados. O primeiro componente (56%) foi composto hierarquicamente por CO_2 total, alcalinidade, e CO_2 livre (todas as variáveis com cargas superiores a 0,70). O segundo eixo explicou 25% da variância, tendo selecionado a variável fósforo total (Tabela 14).

Como não foi observado significância estatística para nenhum dos fatores avaliados pela análise MANOVA, a Análise de Correlação Canônica (CCA) foi realizada sobre o conjunto total de dados (todas as variáveis do período amostrado) e as variáveis selecionadas na Tabela 15.

Os resultados obtidos pela CCA (Figura 34) apontaram que todos os dados bióticos avaliados neste trabalho foram fortemente influenciados pelas concentrações de alcalinidade e consequentemente pelo dióxido de carbono total e fósforo total (correlação de 0,775).

Ao avaliar o segundo eixo é possível observar que as concentrações de fósforo total e concentrações de dióxido de carbono livre influenciaram a maior parte das variáveis bióticas avaliadas (correlação de 0,774).

Tabela 15: Resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) para os dados diários

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	0,047	0,010
Porcentagem	49,153	10,884
Cum. Percentage	49,153	60,036
Cum.Constr.Percentage	81,872	100,000
Spec.-env. correlations	0,775	0,774

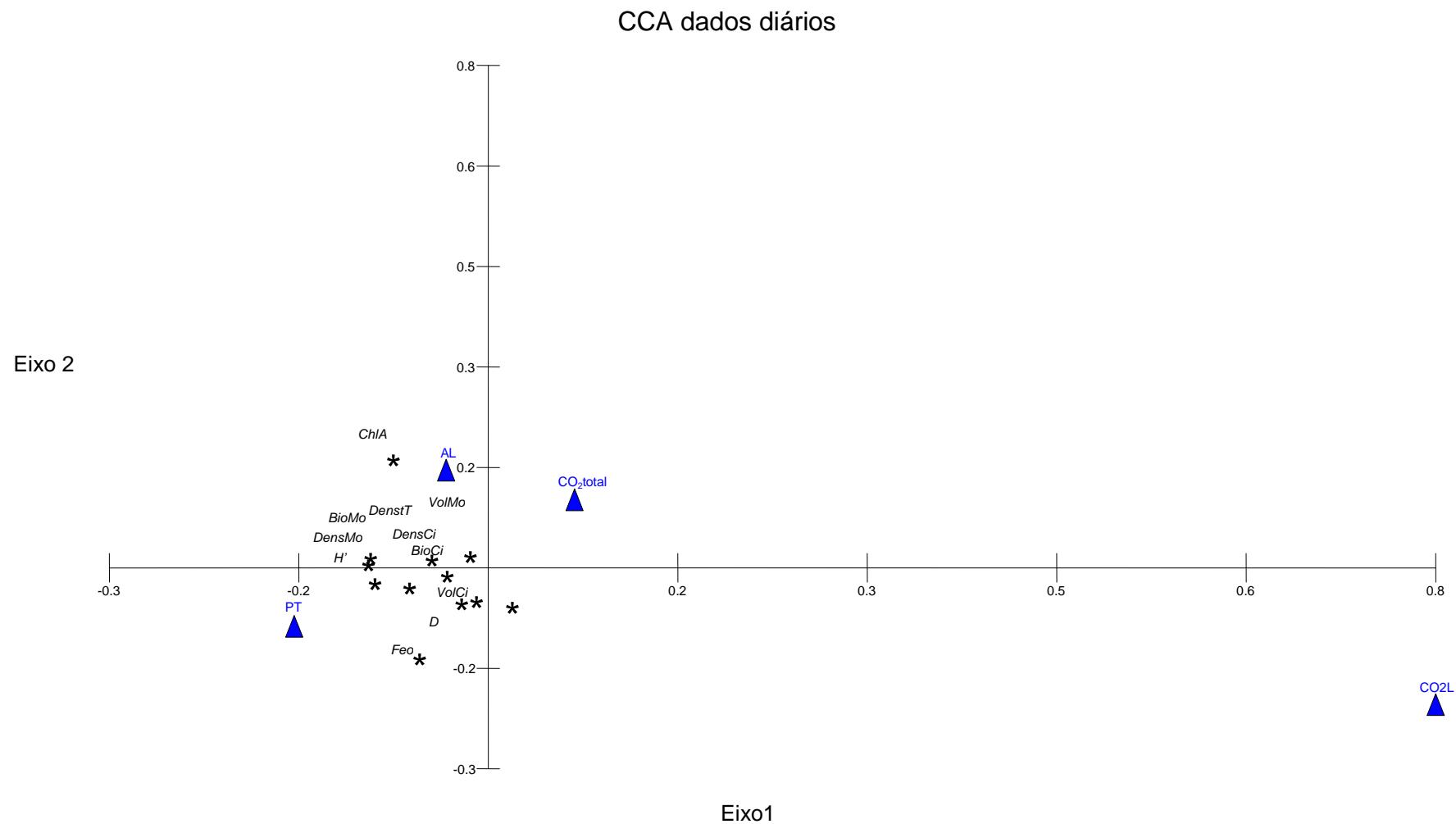


Figura 34: Análise de Correlação Canônica (CCA) dos dados diários, em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

6.2. VARIAÇÃO NICTEMERAL

6.2.1. Dados Hidrometeorológicos

A Figura 35 representa os dados de precipitação nos dias de amostragem da variação nictemeral. Só foi observada precipitação na nictemeral de fevereiro em BAR.

Os valores de radiação solar fotossinteticamente ativa incidente durante a variação nictemeral estão apresentados na Tabela 16.

A RSFA incidente, em EC, variou entre 895,4 (t24) e 1.611,0 $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (t4), no período chuvoso e entre 166,6 (t0) e 2.097,0 $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (t4), no período seco. Em BAR, a RSFA incidente variou entre 94,8 (t8) e 1.934,0 $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (t24), no período chuvoso, e entre 174,7 (t8) e 2134,0 $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (t4), no seco.

A zona de mistura ocorreu em profundidades menores no período seco, tanto em EC como em BAR, exceto em t4, nas duas estações amostradas. Neste período, as profundidades da zona de mistura estiveram entre 0,2 (t8) e 2,5m (t0), em EC entre 0,7 (t24) e 3,5m (t0), em BAR. No período chuvoso, a variação foi maior estando entre 0,1 (t4) a 4m (t24), em EC e 0,6 (t4) a 6,5 m (t24), em BAR.

Os perfis de porcentagem de RSFA subaquática (Figura 36) variaram entre os horários e entre os períodos estudados. Em BAR, foram observadas maiores valores de zona eufótica em t4 e t8, no período seco.

A Figura 37 mostra as zonas eufótica (Zeu) e afótica (Zaf), em EC e BAR, no período estudado. Nos dois locais de amostragem não foi observada variação horária da Zeu nos períodos estudados, exceto no período chuvoso em BAR. Neste período, a Zeu aumentou ao longo do dia (3,5m, t0; 5,5m, t4; 9,0m, t8 e 4,5m, t24).

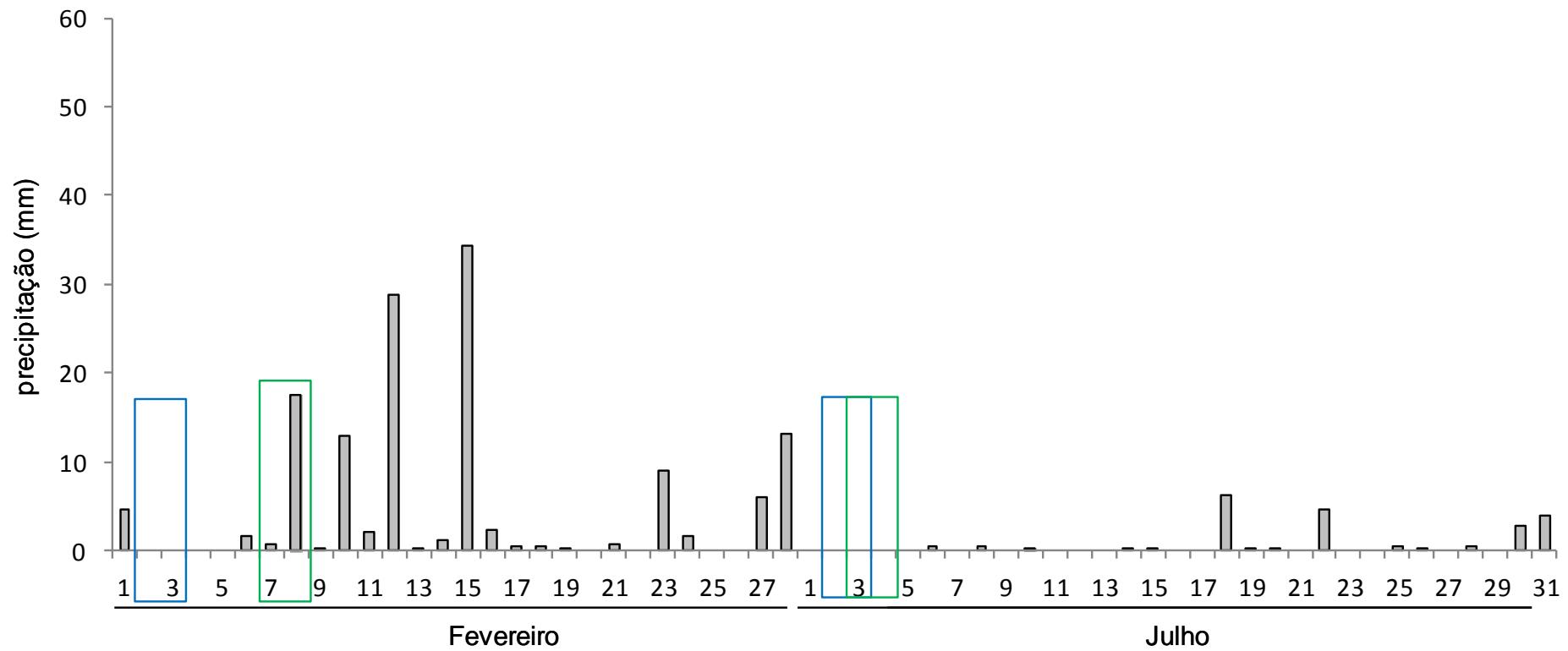


Figura 35: Precipitação diária (mm), no município de Votorantim-SP durante o período de fevereiro e Julho de 2011. Os dias marcados em azul representam os dias de amostragem nictemeral em EC e em verde para BAR.

Tabela 16: Radiação Solar Fotossinteticamente Ativa incidente ($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) e Profundidade da Zona de mistura (Zmix, m) em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

	EC				BAR			
	Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco	
	RSFA inc.	Zmix						
	($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	(m)	($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	(m)	($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	(m)	($\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	(m)
t0	1232,0	3,5	166,6	2,5	386,6	6,0	1850,0	3,5
t4	1611,0	0,1	2097,0	0,9	1780,0	0,6	2134,0	2,5
t8	1022,0	1,2	1568,0	0,2	94,8	1,4	174,7	2,0
t12	-	2,5	-	0,7	-	3,5	-	3,0
t16	-	3,5	-	1,4	-	2,0	-	2,5
t20	-	3,5	-	0,7	-	6,0	-	3,0
t24	895,4	4,0	1117,0	1,0	1934,0	6,5	1028,0	0,7

(-) Amostragem realizadas no período noturno.

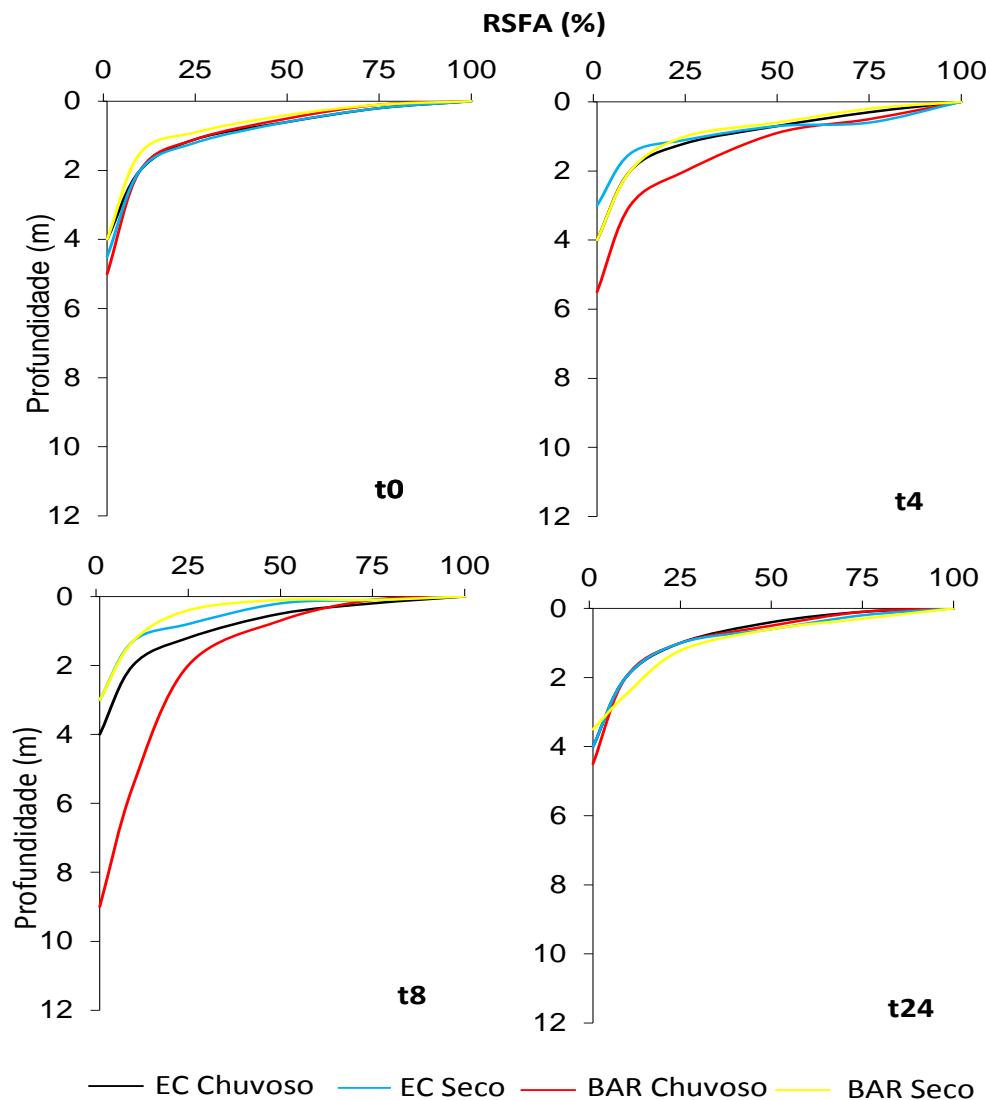


Figura 36: Radiação Solar Fotossinteticamente Ativa (%) em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

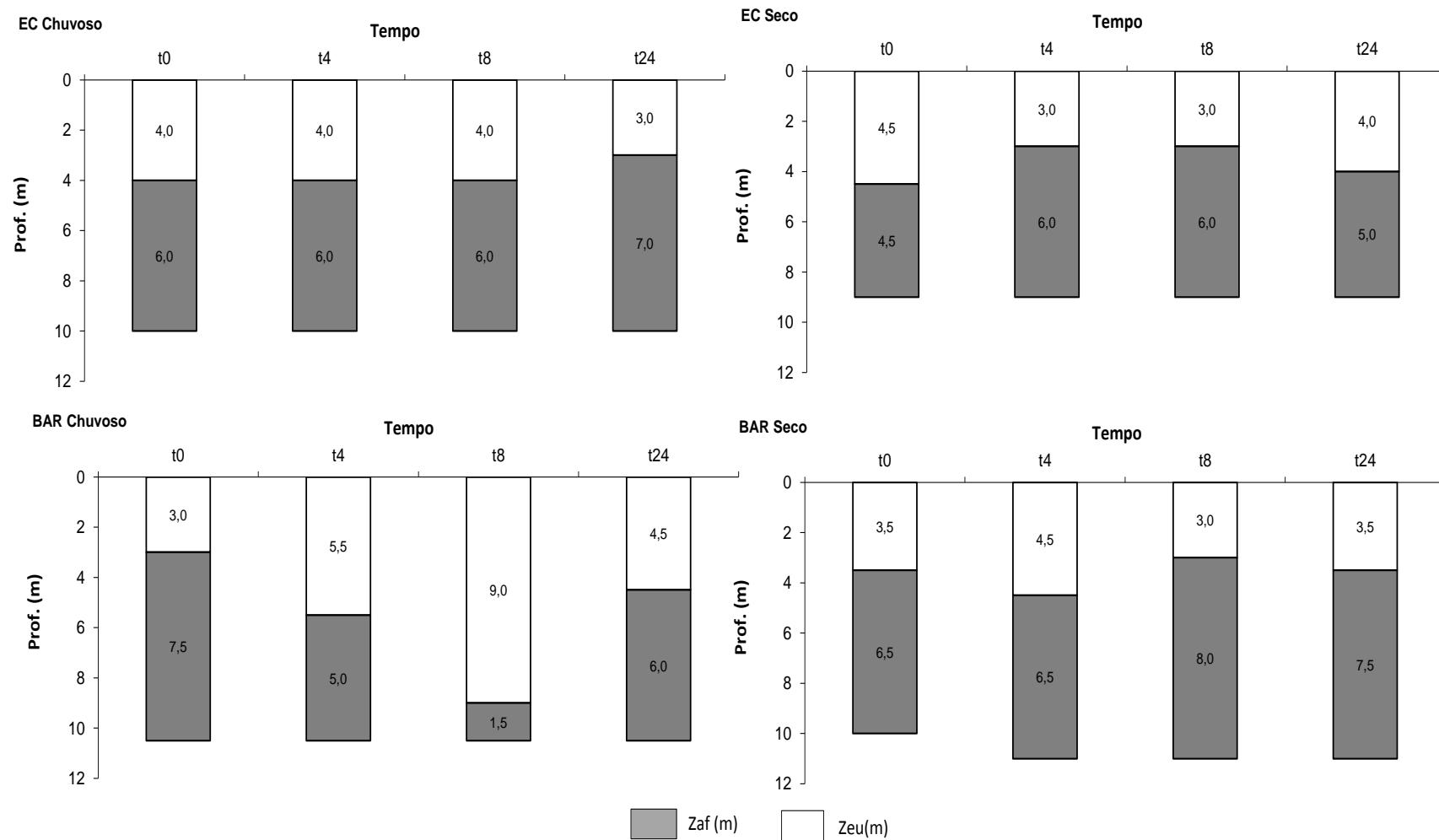


Figura 37: Profundidade da zona eufótica (Zeu) e da zona afótica (Zaf), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

6.2.2. Temperatura da Água, pH, Condutividade elétrica e Oxigênio Dissolvido

As isolíneas da temperatura da água estão apresentadas na Figura 38. Foram observadas estratificações térmicas no período chuvoso, em todos os horários, para as duas estações amostradas. Neste mesmo período também foram observadas as maiores temperaturas.

Em EC, os valores de temperatura variaram entre 22,65 (10,5m; t24) e 28,88°C (0,0m; t4), no período chuvoso e entre 15,75 (11,0m; t4) e 19,51°C (0,0m; t8), no período seco. Enquanto em BAR a variação foi de 22,27 (12,0m; t16) a 27,35°C (0,3m; t8), no período chuvoso e entre 16,17 (11,0m; t0) e 18,39°C (0,1m; t8), no período seco.

As isolíneas de pH para as duas estações amostradas estão na Figura 39. Não foi observada variação horária e vertical para a amostragem do período seco, nas duas estações, exceto em t20 e t24, em que os valores de pH, respectivamente, aumentaram (9,71; 11,0m) e abaixou novamente (4,78; 11,0m). Em EC, observou-se variação vertical no período chuvoso, sendo que a maior observada foi em t0 (7,11; 1,4m a 3,95; 10,5m). O mesmo foi observado para BAR em t12 (8,23; 0,9m a 5,83; 12,0m).

Na Figura 40 estão apresentados as isolíneas de condutividade elétrica obtidas na variação nictemeral, no período chuvoso e seco, em EC e BAR, respectivamente. Em ambas as estações de amostragem, como era esperado, a condutividade oscilou ao longo da coluna de água. Em EC a variação da CE esteve entre 34 (t24, 1,3m) e 145 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ (t4, 4,0m), no período chuvoso e no seco entre 20 (t24, 0,1m) e 105 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ (t12, 3,5m). Em BAR a variação foi de 44 (t24, 5,0m) a 93 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ (t24, 7,5m), no período chuvoso e de 22 (t16, 7,5m) a 94 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ (t0, 0,4m), no seco.

As maiores concentrações de oxigênio dissolvido (OD) foram obtidas no período chuvoso, em EC e BAR, como pode ser observado na Figura 41.

Em BAR, no período seco, as concentrações de OD estiveram praticamente iguais ao longo da coluna de água, sendo que a maior variação (9,74 a 6,62 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 0m e 12m, respectivamente) ocorreu em t4. Neste mesmo período foi observada variação nas concentrações de OD, em EC, as maiores concentrações ocorreram próximas à superfície (10,80 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; t4, 0m) e as menores no fundo da coluna de água (1,18 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; t0, 11m).

Na amostragem do período chuvoso, foi observado perfil estratificado durante todos os horários amostrados. Em EC, as concentrações de OD variaram de 8,86 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (t8, 0m) a 0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Em BAR, estas concentrações variaram entre 8,32 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (t4, 0m) a 0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Foi observada anoxia no período chuvoso.

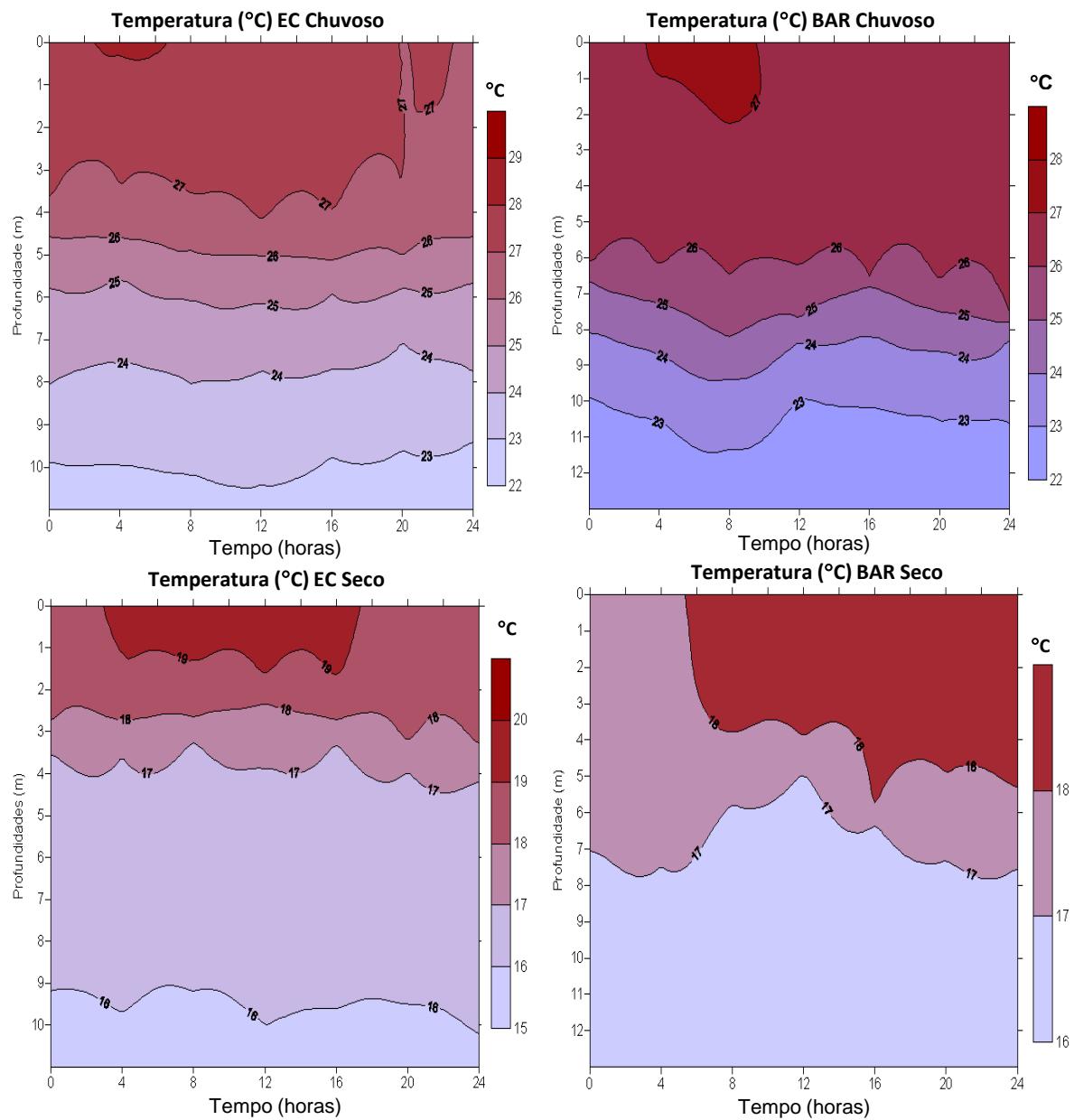


Figura 38: Isolíneas de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

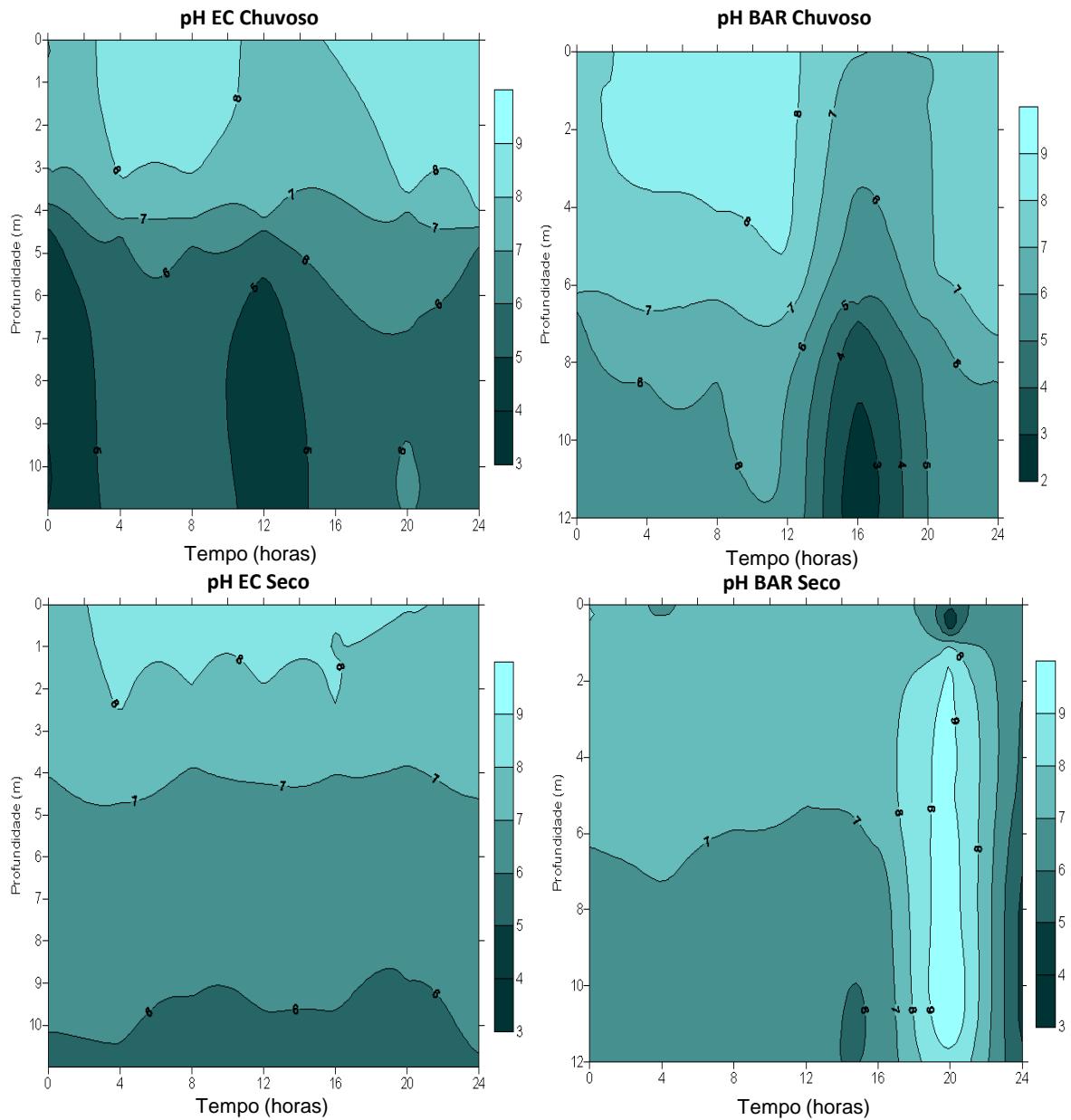


Figura 39: Isolíneas de pH, em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

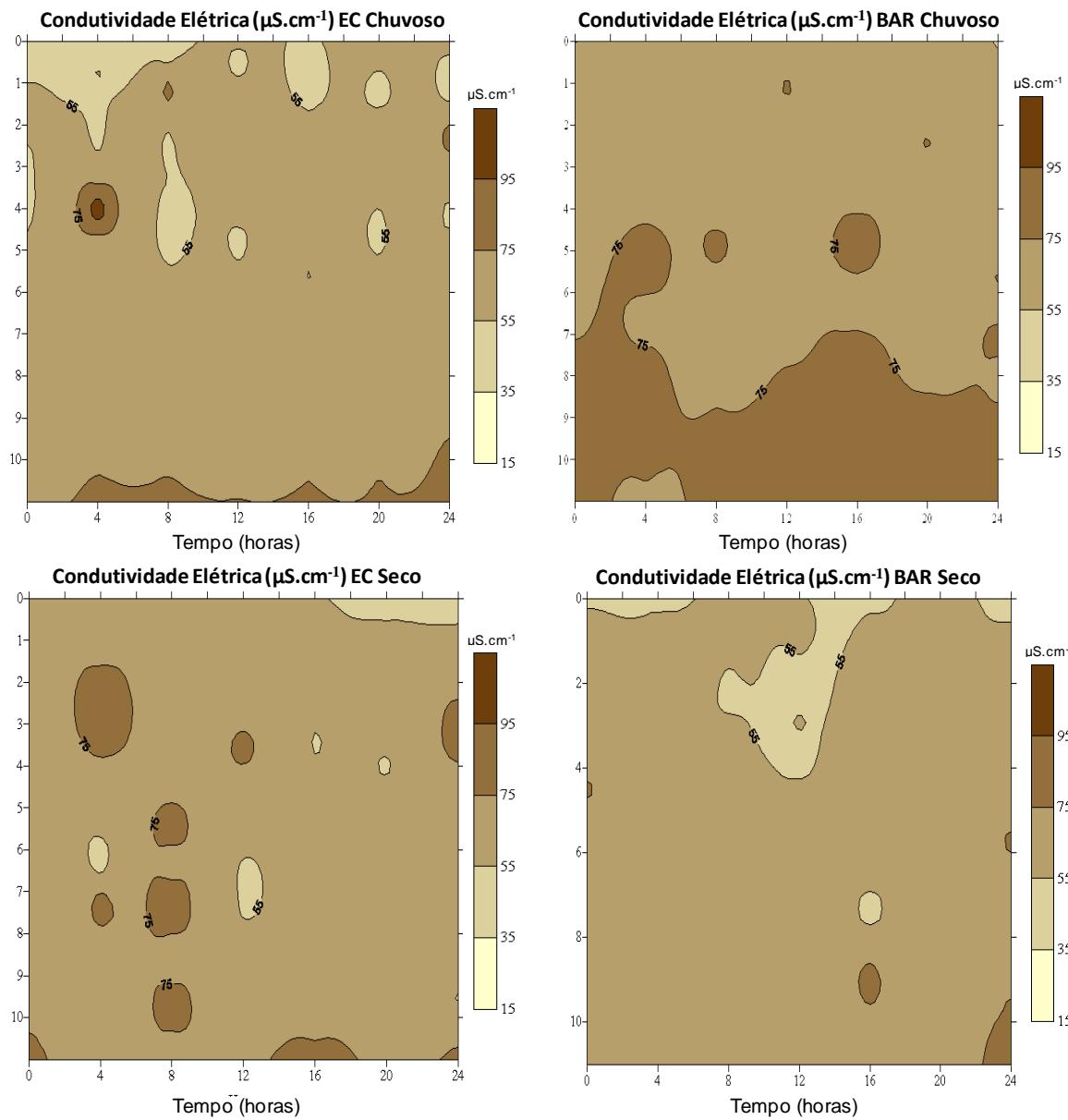


Figura 40: Isolíneas de Conduvidade Elétrica ($\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

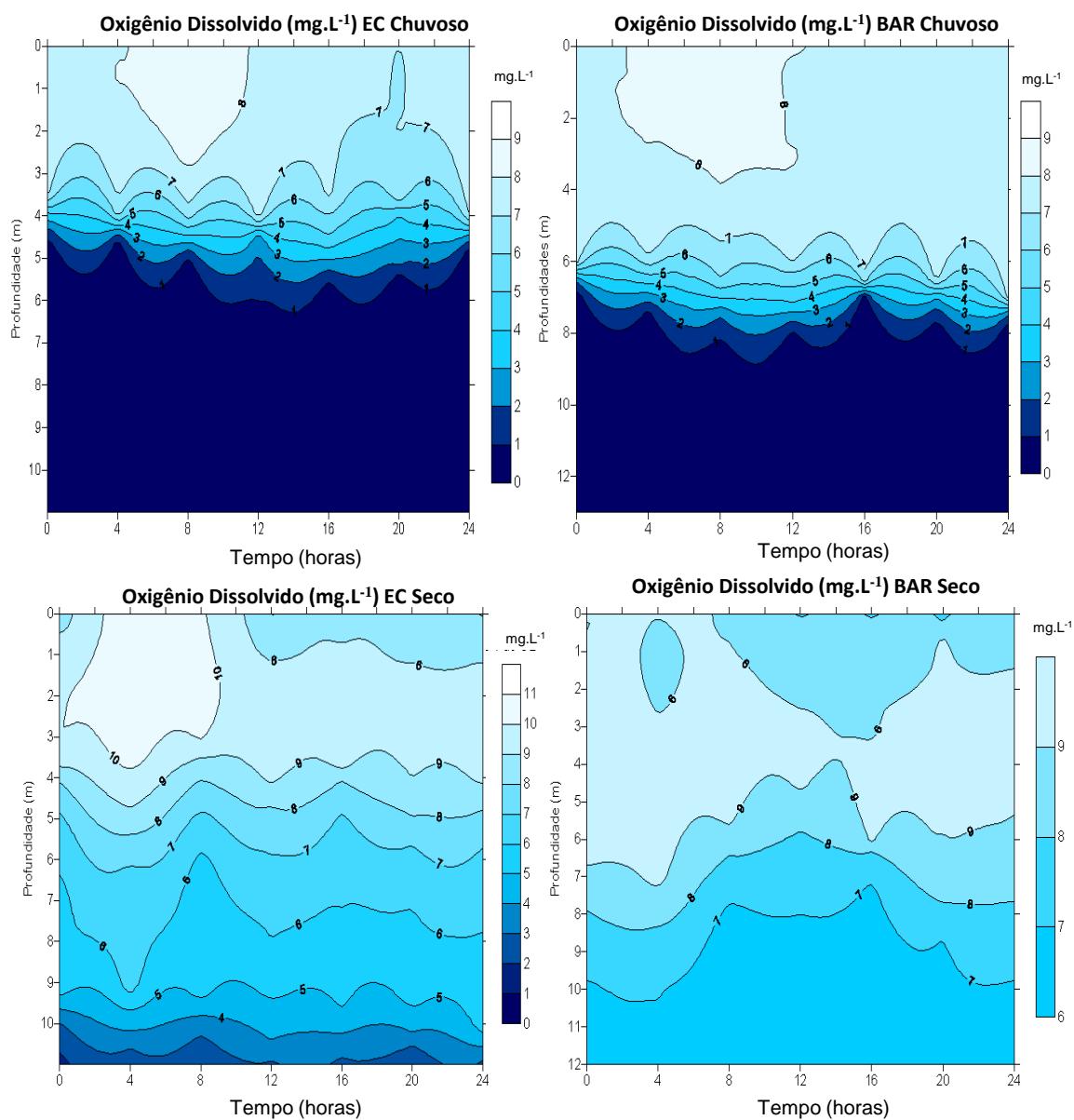


Figura 41: Isolíneas de concentração de oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

6.2.3. Alcalinidade e Formas de Carbono

As Tabelas 17 e 18 apresentam as concentrações de alcalinidade, dióxido de carbono total, dióxido de carbono livre, bicarbonato e carbonato em EC e BAR, respectivamente, nos períodos de chuvoso e seco de 2011. Nas duas estações estudadas não foi observada variação vertical e nictemeral, exceto pra o período de chuvoso em EC. Nesta estação foi observada variação nictemeral, pois a alcalinidade aumentou entre a amostragem t0 (0,54 e 0,78 meq.L⁻¹) e t12 (0,68 e 0,91 meq.L⁻¹).

As concentrações de dióxido de carbono total (CO₂Total), dióxido de carbono livre (CO₂livre), e bicarbonato (HCO₃⁻) apresentaram o mesmo padrão observado na alcalinidade, ou seja, ocorreu variação nictemeral apenas no período chuvoso em EC (t0 a t12).

As maiores concentrações de CO₂Total ocorreram no período chuvoso, para ambas estações, variando entre 19,76 (0,6m; t20) e 1.793,89 mg.L⁻¹ (4m; t12), em para EC e entre 18,81 (2m; t16) e 43,00 mg.L⁻¹ (10,5m; t8), em BAR. No período seco, a variação ficou entre 18,83 (0,0m; t8) e 32,52 mg.L⁻¹ (10m; t0), em EC e entre 20,18 (0,0m; t8) e 32,92 mg.L⁻¹ (10,0m; t16), em BAR.

As concentrações de CO₂livre foram menores que as CO₂Total. Estas concentrações, em EC, variaram entre 0,05 (0,6m; t0) e 1.754,77 mg.L⁻¹ (4,0m; t12), no período chuvoso e entre 0,06 (0,0m; t12) e 11,57 mg.L⁻¹ (9m; t0), no período seco. Por outro lado, em BAR, a variação entre os períodos de coleta foram menores, entre 0,05 (0,0m; t8) e 16,24 mg.L⁻¹ (10,5m; t8), no período chuvoso e entre 0,31 (3,5m; t0) e 12,47 mg.L⁻¹ (11m; t12), no período seco.

As concentrações de HCO₃⁻ tiveram a maior variação em EC, no período chuvoso, ficando entre 27,48 (2m; t24) e 57,05 mg.L⁻¹ (0,0m; t8) e a menor variação no período seco, ficando entre 25,48 (0,6m; t4) e 28,98 mg.L⁻¹ (1,2m; t0). Enquanto em BAR, a variação entre os períodos de coleta foram menores, entre 26,11 (0,5m; t24) e 36,36 mg.L⁻¹ (10,5m; t16), no período chuvoso e entre 18,45 (0,4m; t8) e 29,53 mg.L⁻¹ (0,0m; t16), no período seco.

As concentrações de carbonato (CO₃²⁻), na maioria dos horários amostrados, não ultrapassaram 1 mg.L⁻¹, exceto em t0 em EC, no período chuvoso, que chegou a 3,36 mg.L⁻¹ (0,6m); em t4, em EC; no período seco 1,76 mg.L⁻¹ (0,6m) em BAR; no período chuvoso 1,47 mg.L⁻¹ (0,5m); em t8 e t12, em EC; no período seco 1,74 e 1,90 mg.L⁻¹ (0,6m e 0,0m, respectivamente).

Tabela 17: Alcalinidade (meq.L^{-1}) e formas de carbono, em EC, nos períodos chuvoso e seco de 2011 (CO_2t : dióxido de carbono total; CO_2L : dióxido de carbono livre ; HCO_3^- : bicarbonato; CO_3^{2-} : carbonato). Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

	EC - CHUVOSO						EC - SECO					
	Prof	Alcalin.	CO_2t	CO_2L	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Prof	Alcalin.	CO_2t	CO_2L	HCO_3^-	CO_3^{2-}
	m	meq.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	m	meq.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}	mg.L^{-1}
t0	0,0	0,56	23,59	0,06	31,21	1,39	0,0	0,44	19,24	0,13	26,05	0,43
	0,6	0,55	23,03	0,05	30,19	1,63	0,6	0,45	19,78	0,12	26,76	0,48
	1,1	0,54	22,84	0,05	29,98	1,59	1,2	0,49	21,41	0,14	28,98	0,50
	2,0	0,54	22,61	0,05	29,77	1,48	2,5	0,46	20,23	0,13	27,38	0,47
	4,0	0,54	28,51	4,70	32,99	0,02	5,0	0,48	27,42	6,48	29,03	0,01
	10,0	0,78	45,20	10,80	47,67	0,02	9,0	0,48	32,52	11,57	29,04	0,01
t4	0,0	0,90	413,41	373,87	54,81	0,00	0,0	0,45	19,52	0,08	26,19	0,75
	0,6	0,91	220,34	180,36	55,42	0,00	0,6	0,45	19,06	0,07	25,48	0,84
	1,1	0,92	389,89	349,31	56,27	0,00	1,2	0,45	19,15	0,07	25,63	0,81
	2,0	0,91	394,35	354,29	55,54	0,00	2,5	0,45	19,95	0,19	27,06	0,34
	4,0	0,88	754,73	715,98	53,72	0,00	5,0	0,46	29,60	9,42	27,97	0,01
	10,0	0,68	38,87	8,97	41,43	0,02	9,0	0,47	27,86	7,30	28,50	0,01
t8	0,0	0,94	199,51	158,35	57,05	0,00	0,0	0,44	18,83	0,07	25,25	0,75
	0,6	0,93	360,98	320,26	56,45	0,00	0,6	0,45	19,05	0,07	25,47	0,83
	1,1	0,93	791,50	750,78	56,45	0,00	1,2	0,45	19,37	0,08	26,00	0,74
	2,0	0,93	799,38	758,53	56,63	0,00	2,5	0,45	20,18	0,53	27,12	0,12
	4,0	0,82	940,87	904,88	49,90	0,00	5,0	0,45	26,63	6,84	27,43	0,01
	10,0	0,67	36,14	6,64	40,88	0,02	9,0	0,45	28,69	8,98	27,32	0,01
t12	0,0	0,90	975,74	935,94	55,18	0,00	0,0	0,46	19,42	0,06	25,91	0,91
	0,6	0,91	1124,20	1084,06	55,66	0,00	0,6	0,43	18,95	0,14	25,66	0,41
	1,1	0,91	1227,22	1187,07	55,66	0,00	1,2	0,44	18,99	0,11	25,65	0,52
	2,0	0,90	1427,86	1388,06	55,18	0,00	2,5	0,44	21,37	2,19	26,56	0,03
	4,0	0,89	1793,83	1754,77	54,15	0,00	5,0	0,46	27,34	7,16	27,97	0,01
	10,0	0,68	33,44	3,48	41,50	0,04	9,0	0,45	31,09	11,38	27,32	0,01
t16	0,0	0,48	21,12	0,20	28,62	0,37	0,0	0,44	19,40	0,19	26,31	0,31
	0,6	0,50	21,86	0,23	29,63	0,35	0,6	0,43	19,41	0,42	26,18	0,14
	1,1	0,51	22,57	0,40	30,53	0,21	1,2	0,44	19,83	0,42	26,76	0,14
	2,0	0,48	21,34	0,30	28,91	0,25	2,5	0,45	20,08	0,45	27,07	0,14
	4,0	0,48	23,02	1,90	29,25	0,04	5,0	0,44	24,68	5,14	27,07	0,01
	10,0	0,69	47,73	17,51	41,88	0,01	9,0	0,45	28,78	9,03	27,38	0,01
t20	0,0	0,47	20,70	0,22	28,07	0,32	0,0	0,44	20,23	0,83	26,81	0,07
	0,6	0,44	19,76	0,36	26,72	0,18	0,6	0,45	23,60	4,03	27,12	0,02
	1,1	0,47	20,38	0,17	27,61	0,40	1,2	0,44	21,58	2,10	26,97	0,03
	2,0	0,47	20,96	0,38	28,33	0,19	2,5	0,44	20,60	1,44	26,53	0,04
	4,0	0,49	32,25	10,69	29,87	0,01	5,0	0,45	28,59	9,01	27,14	0,01
	10,0	0,60	42,95	16,76	36,30	0,01	9,0	0,44	32,37	12,92	26,97	0,00
t24	0,0	0,47	21,00	0,33	28,43	0,22	0,0	0,45	20,47	0,87	27,11	0,07
	0,6	0,46	20,43	0,25	27,70	0,27	0,6	0,45	20,87	1,20	27,21	0,05
	1,1	0,48	21,32	0,23	28,90	0,33	1,2	0,43	19,89	0,96	26,19	0,06
	2,0	0,46	20,30	0,32	27,48	0,21	2,5	0,44	20,39	1,07	26,73	0,06
	4,0	0,46	20,93	0,77	27,85	0,09	5,0	0,44	27,02	7,52	27,02	0,01
	10,0	0,66	50,76	21,82	40,12	0,01	9,0	0,43	31,51	12,65	26,14	0,00

Tabela 18: Alcalinidade (meq.L^{-1}) e formas de carbono, em BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011 (CO_2t : dióxido de carbono total; CO_2L : dióxido de carbono livre ; HCO_3^- : bicarbonato; CO_3^{2-} : carbonato). Os espaços em branco são profundidades não amostradas.

	BAR - CHUVOSO							BAR - SECO					
	Prof m	Alcalin. meq.L^{-1}	CO_2t mg.L^{-1}	CO_2L mg.L^{-1}	HCO_3^- mg.L^{-1}	CO_3^{2-} mg.L^{-1}		Prof m	Alcalin. meq.L^{-1}	CO_2t mg.L^{-1}	CO_2L mg.L^{-1}	HCO_3^- mg.L^{-1}	CO_3^{2-} mg.L^{-1}
t0	0,0	0,47	20,92	0,28	28,34	0,26		0,0	0,46	20,76	0,46	28,00	0,15
	0,5	0,47	20,41	0,16	27,64	0,44		0,4	0,46	20,44	0,47	27,55	0,14
	1,1	0,47	21,13	0,39	28,56	0,19		0,9	0,46	20,33	0,36	27,50	0,18
	2,0	0,46	20,40	0,36	27,59	0,19		1,5	0,45	20,27	0,37	27,40	0,17
	3,0	0,46	20,31	0,36	27,47	0,19		3,5	0,46	20,34	0,31	27,56	0,21
	10,5	0,61	38,35	11,64	37,02	0,01		11,0	0,46	29,11	9,06	27,79	0,01
t4	0,0	0,49	21,46	0,14	28,98	0,57		0,0	0,46	22,11	2,00	27,85	0,03
	0,5	0,48	20,84	0,10	28,02	0,72		0,4	0,46	22,20	1,92	28,08	0,04
	1,1	0,48	20,98	0,12	28,30	0,61		0,9	0,46	21,23	0,90	28,10	0,08
	2,0	0,51	22,27	0,17	30,14	0,50		1,5	0,45	22,03	2,09	27,62	0,03
	3,0	0,47	20,45	0,20	27,72	0,35		3,5	0,46	22,31	2,02	28,09	0,03
	10,5	0,65	37,85	9,26	39,62	0,02		11,0	0,47	28,80	8,20	28,56	0,01
t8	0,0	0,53	22,18	0,05	29,18	1,47		0,0	0,45	20,18	0,34	27,31	0,19
	0,5	0,45	19,94	0,20	27,03	0,33		0,4	0,30	22,48	9,16	18,45	0,00
	1,1	0,47	20,34	0,15	27,53	0,45		0,9	0,46	20,36	0,41	27,50	0,16
	2,0	0,46	19,98	0,13	27,02	0,48		1,5	0,47	32,07	11,25	28,86	0,01
	3,0	0,46	19,79	0,12	26,74	0,52		3,5	0,46	20,48	0,44	27,64	0,15
	10,5	0,61	43,00	16,24	37,09	0,01		11,0	0,46	21,93	1,65	28,07	0,04
t12	0,0	0,42	18,92	0,53	25,40	0,11		0,0	0,45	20,30	0,46	27,37	0,14
	0,5	0,44	19,35	0,27	26,23	0,22		0,4	0,46	21,76	1,48	28,06	0,04
	1,1	0,43	19,30	0,32	26,13	0,18		0,9	0,45	20,65	0,91	27,30	0,07
	2,0	0,43	20,53	1,46	26,40	0,04		1,5	0,45	22,40	2,53	27,52	0,03
	3,0	0,44	19,51	0,41	26,33	0,15		3,5	0,46	22,52	2,44	27,81	0,03
	10,5	0,59	40,86	14,93	35,94	0,01		11,0	0,46	32,78	12,47	28,15	0,01
t16	0,0	0,54	22,96	0,08	30,63	1,07		0,0	0,49	22,34	0,98	29,53	0,07
	0,5	0,44	19,37	0,27	26,26	0,23		0,4	0,49	21,79	0,53	29,33	0,14
	1,1	0,44	19,48	0,34	26,36	0,18		0,9	0,47	21,10	0,56	28,36	0,12
	2,0	0,42	18,81	0,27	25,49	0,21		1,5	0,47	21,52	0,94	28,47	0,07
	3,0	0,43	19,53	0,50	26,26	0,12		3,5	0,47	22,81	2,35	28,33	0,03
	10,5	0,60	38,57	12,34	36,36	0,01		11,0	0,48	32,92	12,01	28,98	0,01
t20	0,0	0,46	21,11	0,74	28,15	0,09		0,0	0,47	20,87	0,51	28,10	0,13
	0,5	0,44	19,81	0,55	26,58	0,11		0,4	0,46	21,00	0,76	27,96	0,09
	1,1	0,46	20,59	0,52	27,69	0,13		0,9	0,45	21,56	1,58	27,66	0,04
	2,0	0,44	19,55	0,46	26,34	0,14		1,5	0,47	22,01	1,36	28,58	0,05
	3,0	0,42	19,23	0,65	25,66	0,09		3,5	0,46	22,36	2,20	27,92	0,03
	10,5	0,56	34,10	9,36	34,29	0,01		11,0	0,47	29,96	9,23	28,74	0,01
t24	0,0	0,44	19,78	0,38	26,72	0,17		0,0	0,46	20,61	0,35	27,90	0,19
	0,5	0,43	19,68	0,79	26,11	0,08		0,4	0,46	20,99	0,84	27,86	0,08
	1,1	0,44	19,67	0,45	26,49	0,14		0,9	0,48	22,20	1,01	29,30	0,07
	2,0	0,43	19,47	0,50	26,17	0,13		1,5	0,46	20,73	0,46	27,95	0,14
	3,0	0,43	19,16	0,49	25,75	0,12		3,5	0,46	20,95	0,61	28,09	0,11
	10,5	0,57	36,49	11,22	35,02	0,01		11,0	0,48	32,01	11,01	29,10	0,01

A Figura 42 apresenta as isolíneas das concentrações de carbono total (CT). Estas concentrações foram semelhantes ao longo da coluna de água, principalmente entre as amostragens de t0 e t16, em EC, e entre t0 e t20, em BAR. Nestas amostragens, em EC, a concentração variou entre 9,87 (0,0m; t12) e 14,47 mg.L^{-1} (4,0m; t8), no período chuvoso e entre 9,40 (9m; t16) e 18,20 mg.L^{-1} (10m; t20), no período seco. Mas, em BAR, as maiores concentrações foram 13,05 (2,0m; t12) e 12,81 mg.L^{-1} (0,9m; t12), nos períodos chuvoso e

seco, respectivamente, e as menores 8,71 (1,0m; t12) e 9,33 mg.L⁻¹ (0,4m; t8), também nos períodos chuvoso e seco, respectivamente.

Em t20, para EC, ocorreu variação vertical nos dois períodos estudados, e as concentrações de CT aumentaram em relação aos outros horários; no período chuvoso, as concentrações estiveram entre 10,24 (0,6m) e 23,57 mg.L⁻¹ (10m), enquanto que no período seco, ficaram entre 11,38 (0m) e 18,20 mg.L⁻¹ (9,0m).

Em BAR, no período chuvoso, no t24, ocorreram as menores concentrações de CT entre as profundidades 0 e 3,5m (0,72 e 1,26 mg.L⁻¹, respectivamente) e pico de 22,71 mg.L⁻¹ a 11m.

Nas concentrações de carbono orgânico total (COT), Figura 43, foi observada variação sazonal em EC, sendo as maiores concentrações obtidas no período chuvoso, entre 4,19 (0m; t0) e 6,84 mg.L⁻¹ (4m; t4). No período seco ocorreram dois picos de concentração de COT, um em t12 (10m) de 15,71 mg.L⁻¹ e outro em t16 (0,0m) de 10,60 mg.L⁻¹, no restante dos horários amostrados, as concentrações estiveram entre 3,07 (9,0m;t4) e 5,22 mg.L⁻¹ (0,6m; t12).

Em comparação, a coluna de água em BAR permaneceu praticamente homogênea nos dois períodos amostrados, variando entre 3,16 (1,1m; t12) e 7,54 mg.L⁻¹ (2,0m;t12), no período chuvoso e 3,41 (11,0m; t8) e 8,22 mg.L⁻¹ (0,4m; t24), no período seco.

As concentrações de carbono inorgânico (Cinorg) estão apresentadas na Figura 44. Não foi observada nenhuma variação, apenas um pico de 23,57 mg.L⁻¹ (10,0m; t20), em EC, no período chuvoso. Nesta estação, as concentrações de Cinorg variaram entre 4,86 (1,1m; t0, fev) e 8,01 mg.L⁻¹ (4,0m; t8, fev). Em BAR, a variação foi de 5,23 (2,0m; t8) e 7,40 mg.L⁻¹ (10,0m; t0).

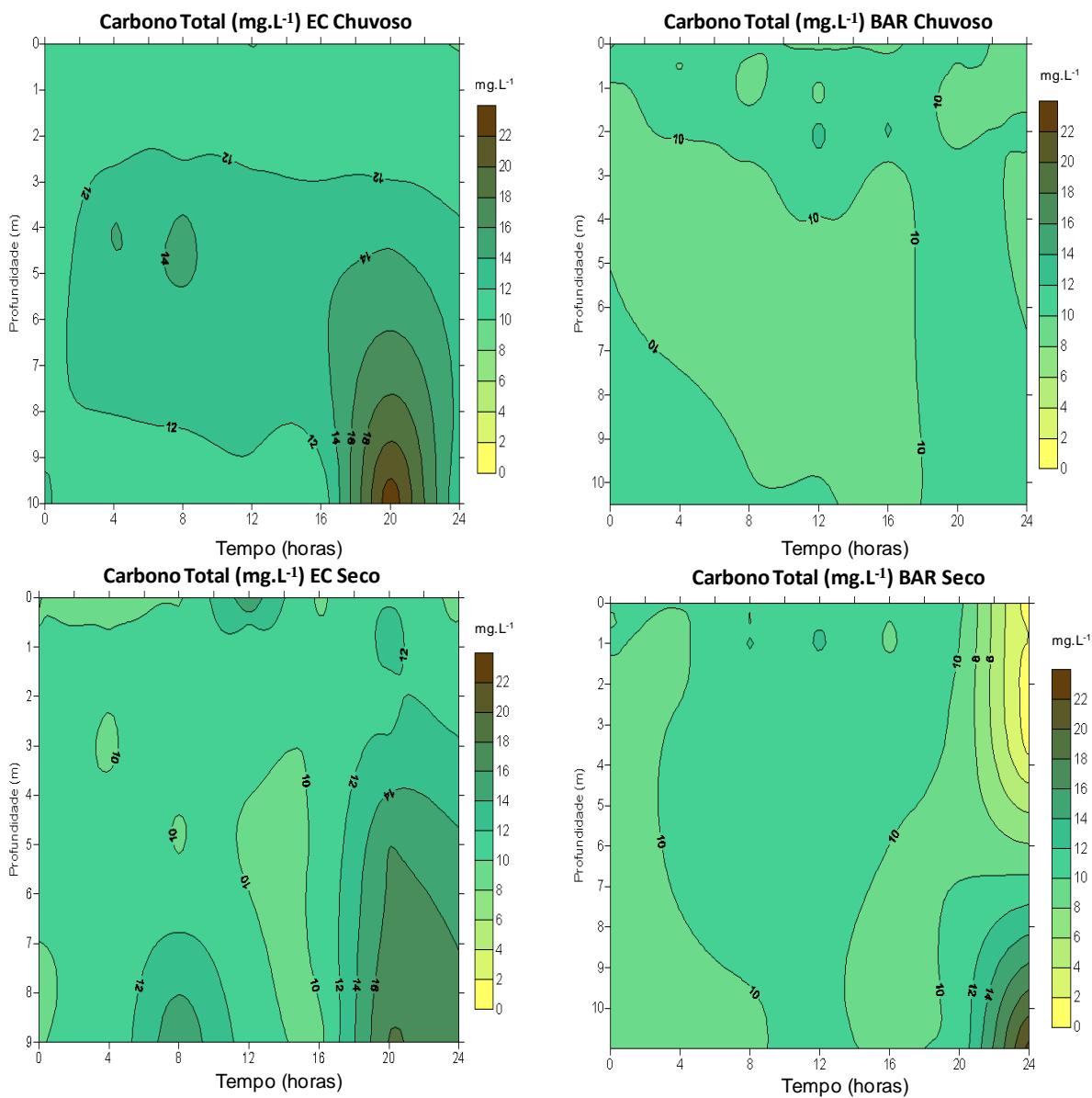


Figura 42: Isolíneas de Carbono Total (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

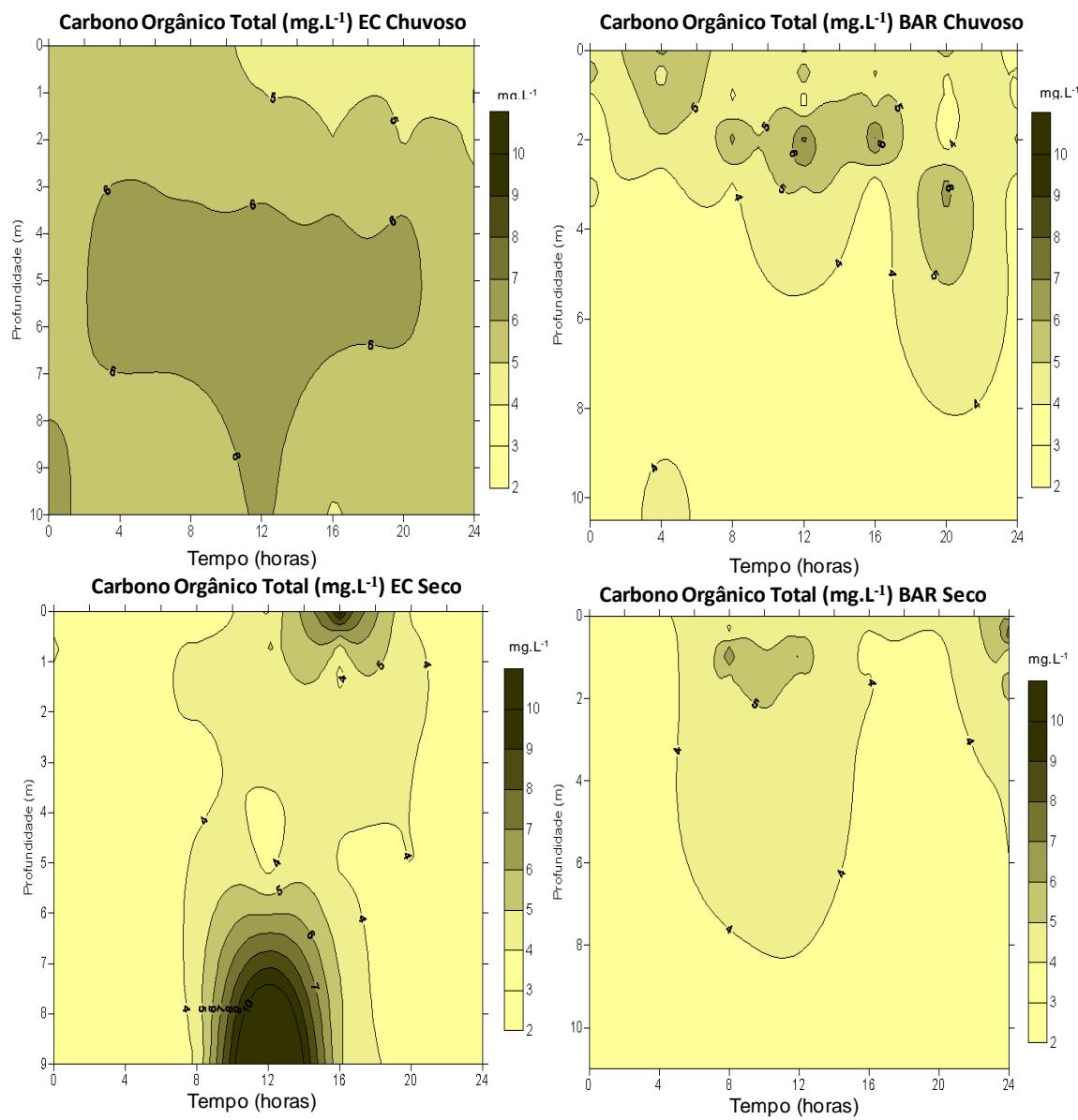


Figura 43: Isolíneas de Carbono Orgânico Total (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

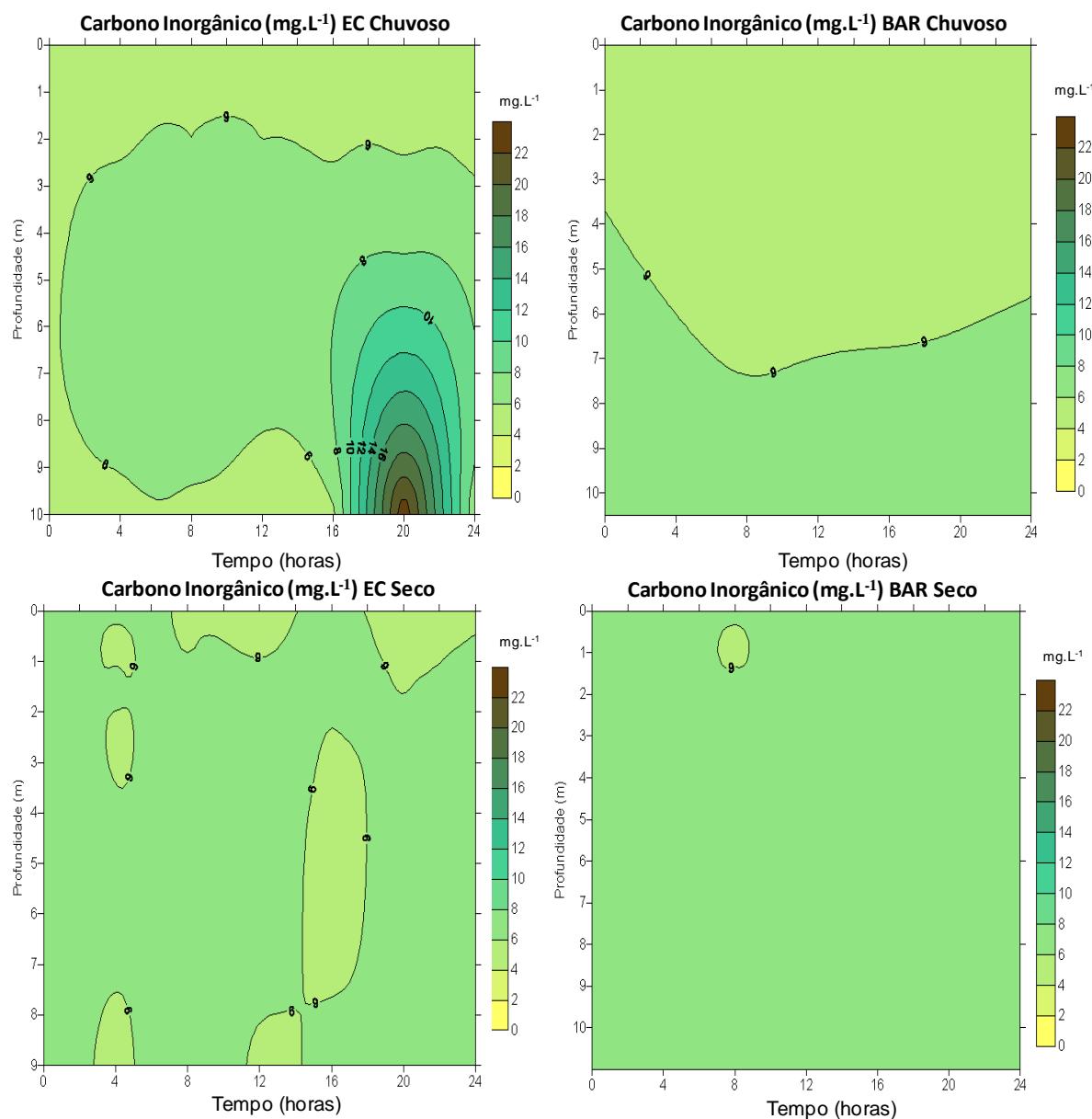


Figura 44: Isolíneas de Carbono Inorgânico (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

6.2.4. Nutrientes

As isolíneas das concentrações de nitrato estão apresentadas na Figura 45. Não foi observada variação nictemeral nas duas estações amostradas. As concentrações variaram entre 0,51 (0,0m; t8) e 0,85 mg.L⁻¹ (1,1m; t0), no período chuvoso. No período seco, um pico ocorreu a 1,1m, em t16 (2,21 mg.L⁻¹), mas nos outros horários esta variável esteve entre 0,38 (1,1m; t4) e 0,72 mg.L⁻¹ (2,5m; t16). Em BAR, as concentrações variaram entre 0,31 (1,1m; t12) e 0,52 mg.L⁻¹ (10,0m; t24), no período chuvoso e variou entre 0,38 (0,0 e 0,6m;t24) e 0,65 mg.L⁻¹ (0,9m; t12), no período seco.

Na Figura 46 estão as isolíneas das concentrações de nitrito. A coluna de água permaneceu homogênea, não sendo observadas variações verticais de concentrações de nitrito, no período chuvoso, em EC e BAR. Em EC, no período chuvoso, as concentrações variaram ao longo da coluna de água, a maior concentração foi 3,94 µg.L⁻¹ (10m; t4) e a menor 0,54 µg.L⁻¹ (0,6m; t4h). Em BAR, neste mesmo período, foi observada a mesma variação vertical de EC sendo que a maior concentração foi 1,75 µg.L⁻¹ (0,0m; t8) e a menor 0,28 µg.L⁻¹ (3,5m; t0).

As isolíneas das concentrações de ortofosfato estão apresentadas na Figura 47. Não foi observada variação nictemeral para as estações amostradas. As maiores concentrações ocorreram no período seco, variando entre 1,62 (10,0m; t24) e 9,07 µg.L⁻¹ (1,2m; t16), em EC e 1,83 (1,5m; t4) e 6,47 µg.L⁻¹ (3,5m; t8), em BAR. As menores concentrações ocorreram no período chuvoso, variando entre 0,0 (0,0m; t0) e 3,62 µg.L⁻¹ (0,0m; t24), em EC e 0,49 (1,1m; t16) e 3,74 µg.L⁻¹ (10,0m; t24), em BAR.

Na Figura 48 estão apresentadas as isolíneas das concentrações de fósforo total dissolvido. As concentrações desta variável permaneceram praticamente homogêneas ao longo da coluna de água em todos os períodos, com exceção no t4 (período chuvoso) e t12 (período seco), em EC; e t24 (período seco), em BAR. Nestes horários, as concentrações de PTD aumentaram em relação aos outros horários de amostragem. As concentrações variaram, em EC, entre 5,40 (0,0m; t16) e 26,89 µg.L⁻¹ (1,1m; t4), no período chuvoso; e entre 6,01 (5,0m; t16) e 37,19 µg.L⁻¹ (9,0m; t8), no período seco. Em BAR, as concentrações variaram entre 4,05 (2,0m; t0) e 19,63 µg.L⁻¹ (3,0m; t8), no período chuvoso e entre 3,40 (0,0m; t0) e 84,63 µg.L⁻¹ (11,0m; t24), no período seco.

Na Figura 49 observam-se as isolíneas das concentrações de fósforo total. No período chuvoso, a menor concentração de fósforo total foi de 25,20 µg.L⁻¹ (t4; 10,0 m) em EC e de 15,88 µg.L⁻¹ (t8;0,5 m), emBAR . As maiores concentrações de fósforo total foram60,88 µg.L⁻¹ (t0; 4,0 m), em EC e 30,24 µg.L⁻¹ (t24;10,5 m), em BAR. Enquanto que no

período seco, a variação na concentração de fósforo total em EC foi de 18,95 (t8; 3,5 m) a 55,33 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (t0; 9,0 m). Em BAR, a variação esteve entre 13,19 (t4, 3,5 m) e 44,53 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (t0; 0,4 m).

As isolíneas das concentrações de Nitrogênio total Kjedahl (NTK) podem ser observadas na Figura 50. Em EC, houve variação da concentração de NTK tanto no período chuvoso como no período seco. No período chuvoso, as concentrações de NTK variaram pouco ao longo do dia, porém observou-se que as concentrações mais altas ocorreram nas maiores profundidades. A menor concentração foi de 78,70 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (t4, 0 m) e a maior 697,20 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (t0, 4,0 m). No período seco, na mesma estação, foi observado que as maiores concentrações de NTK ocorreram no t4 e t8, variando entre 410,00 (t8, 0,6 m) a 920,00 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (t4, 5,0 m).

Em BAR, foram observadas concentrações de NTK menores que aquelas observadas em EC. No período chuvoso, como observado em EC, as concentrações de NTK variaram pouco ao longo do dia, porém observou-se que as concentrações mais altas ocorreram nas maiores profundidades. A menor concentração foi de 53,20 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (t8, 1,1 m) e a maior 450,80 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (t16, 10,5 m). No período chuvoso foi observado que as maiores concentrações de NTK ocorreram entre o t12 e t24, variando entre 37,80 (t4, 0,9 m e t12, 0m) a 253,40 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (t16, 11,0 m e t24, 0,9m).

Na Tabela 19 estão os valores das relações NT:PT e NID: PTD. As maiores relações foram observadas nas formas dissolvidas, tanto para o período seco como no chuvoso para as duas estações estudadas.

Em EC, no período chuvoso, a variação da relação NT:PT esteve entre 37 (t24, 0,6m) e 114 (t0, 10,0m) enquanto a de NID: PTD entre 43 (t8, 0m) e 226 (t16, 0m). No período seco, a variação da relação NT:TP esteve entre 31 (t24, 1,1m) e 323 (t16, 1,1m) enquanto a de NID: PTD entre 31 (t8, 10,0m) e 455 (t16, 1,1m).

No período chuvoso, em BAR, a relação N:P variou entre 30 (t16, 2,0m) e 113 (t16, 10,0m) enquanto NID: PTD entre 38 (t8, 4,0m) e 180 (t0, 2,0m), no período seco estas variações estiveram entre 32 (t0, 0,6m) e 118 (t16, 10,0m) e 11 (t24, 10,0m) e 352 (t0, 0m), respectivamente.

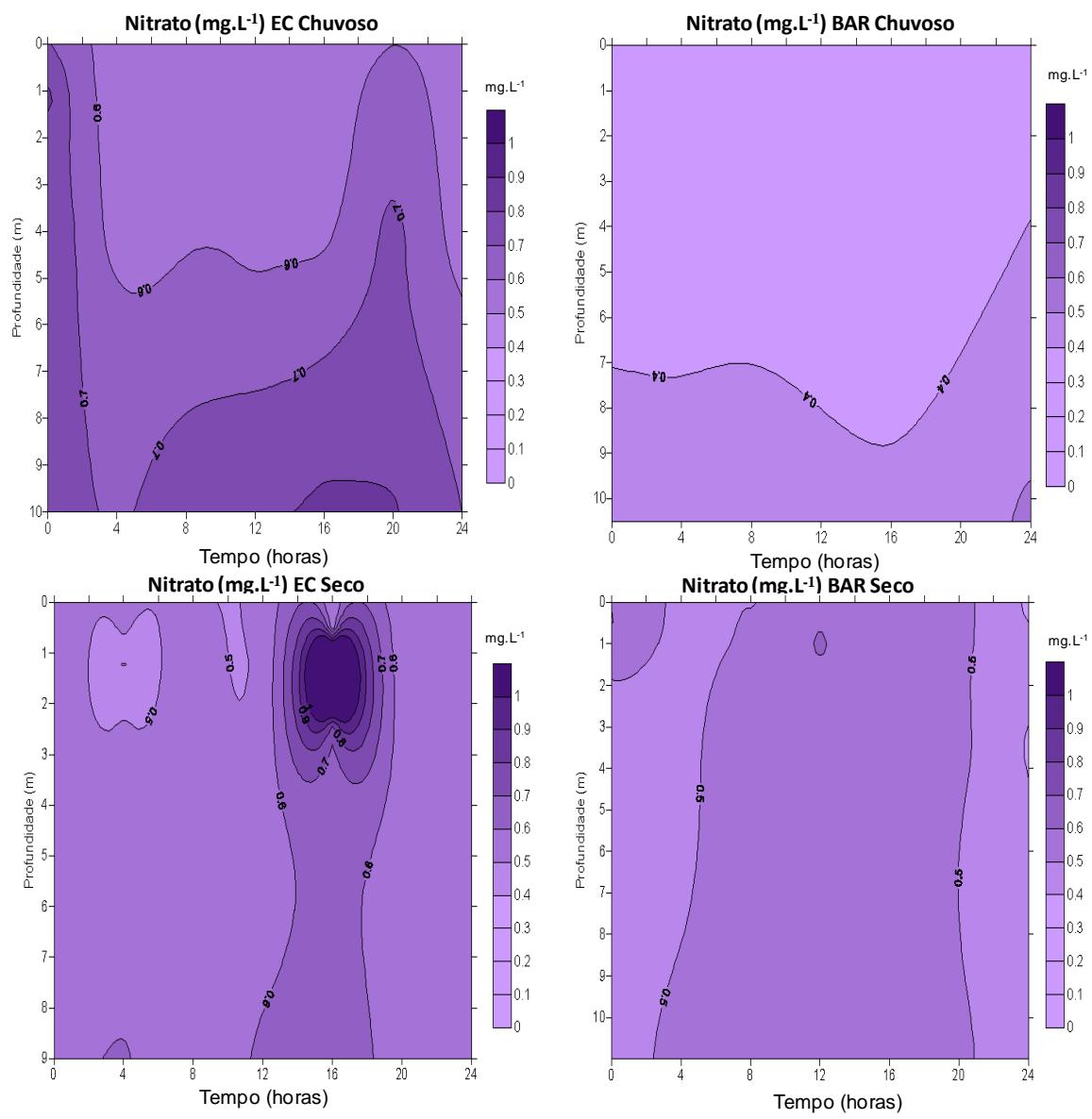


Figura 45: Isolíneas de Nitrato (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

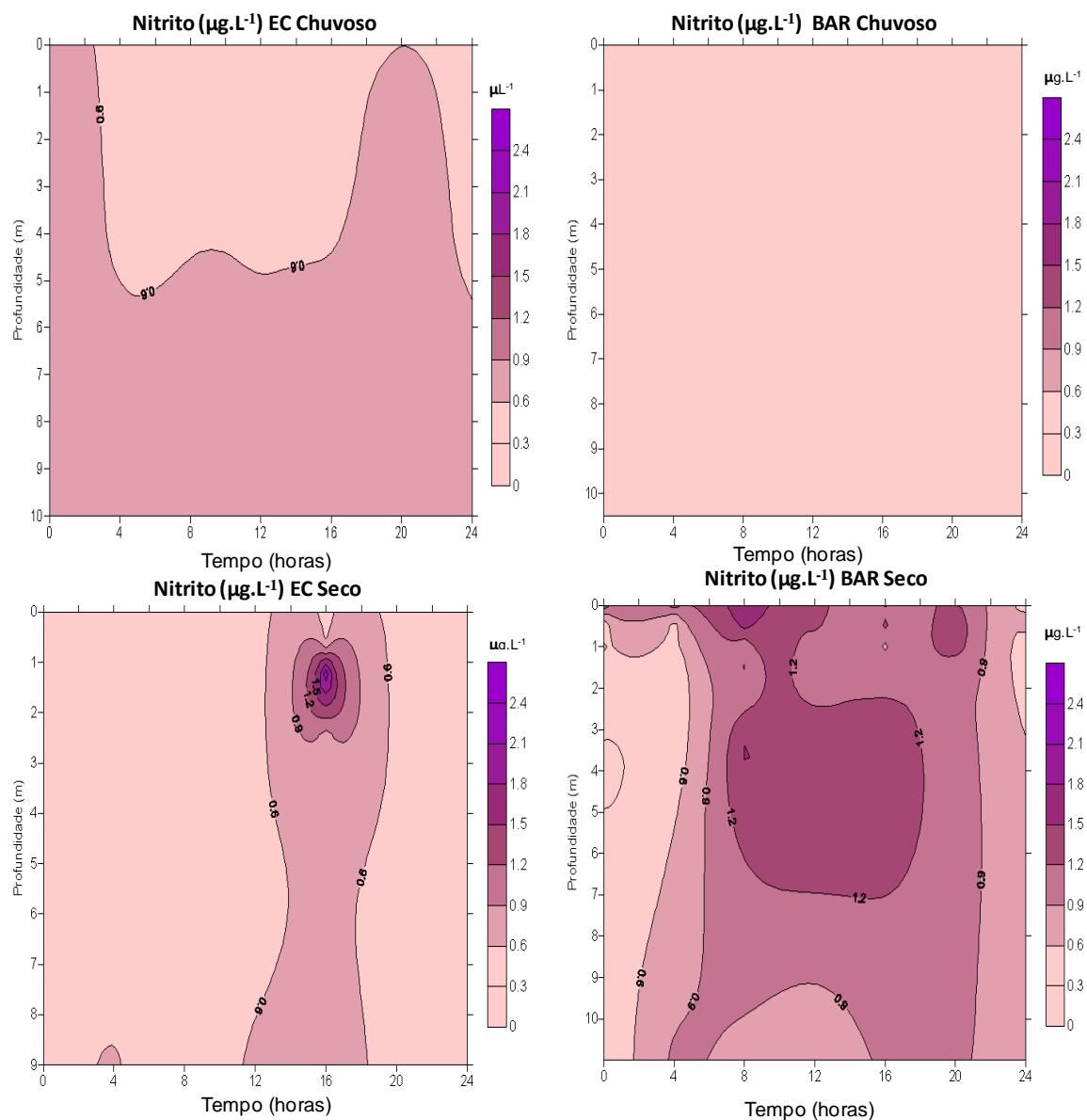


Figura 46: Isolíneas de Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

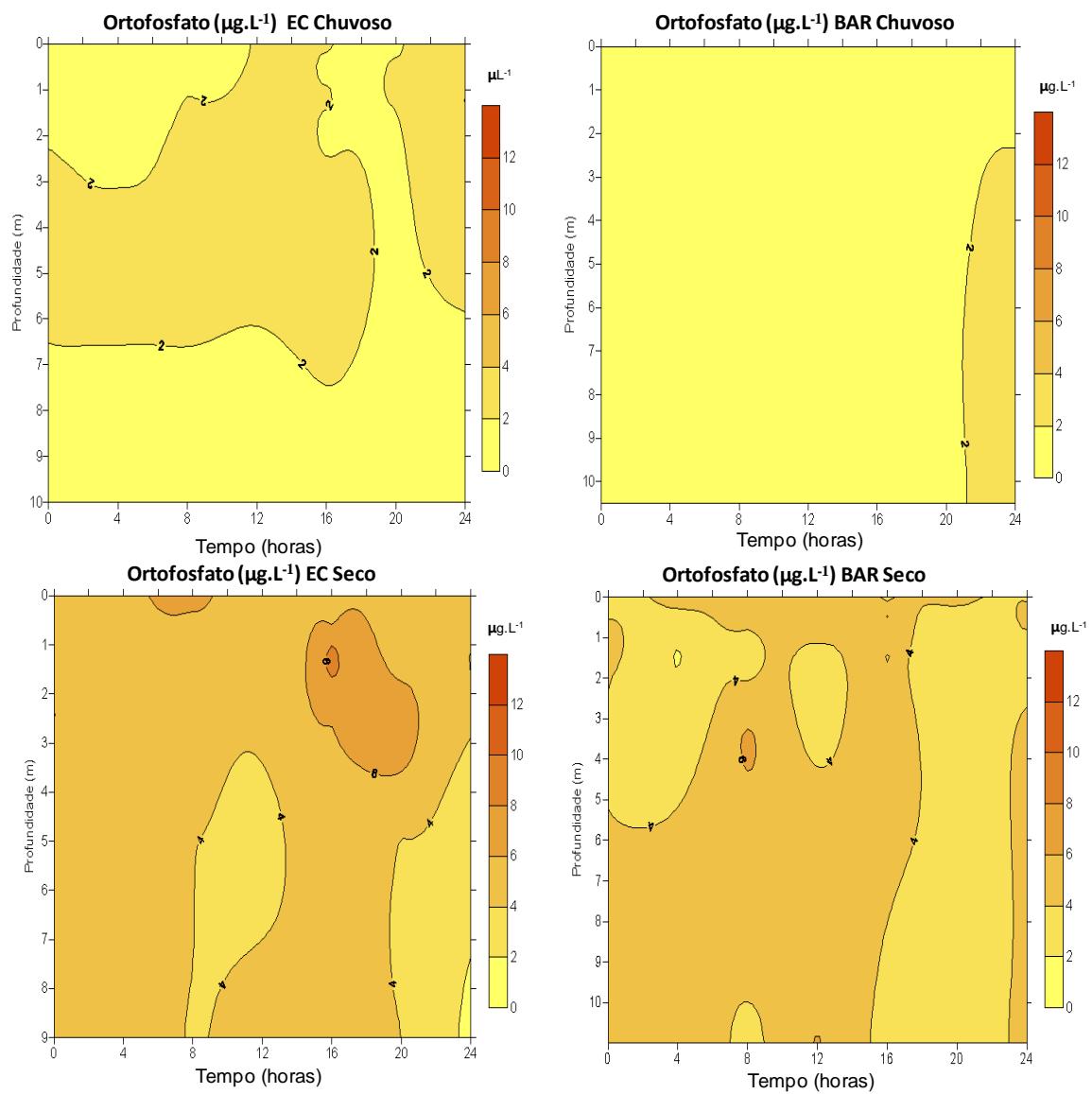


Figura 47: Isolíneas de Ortofosfato ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

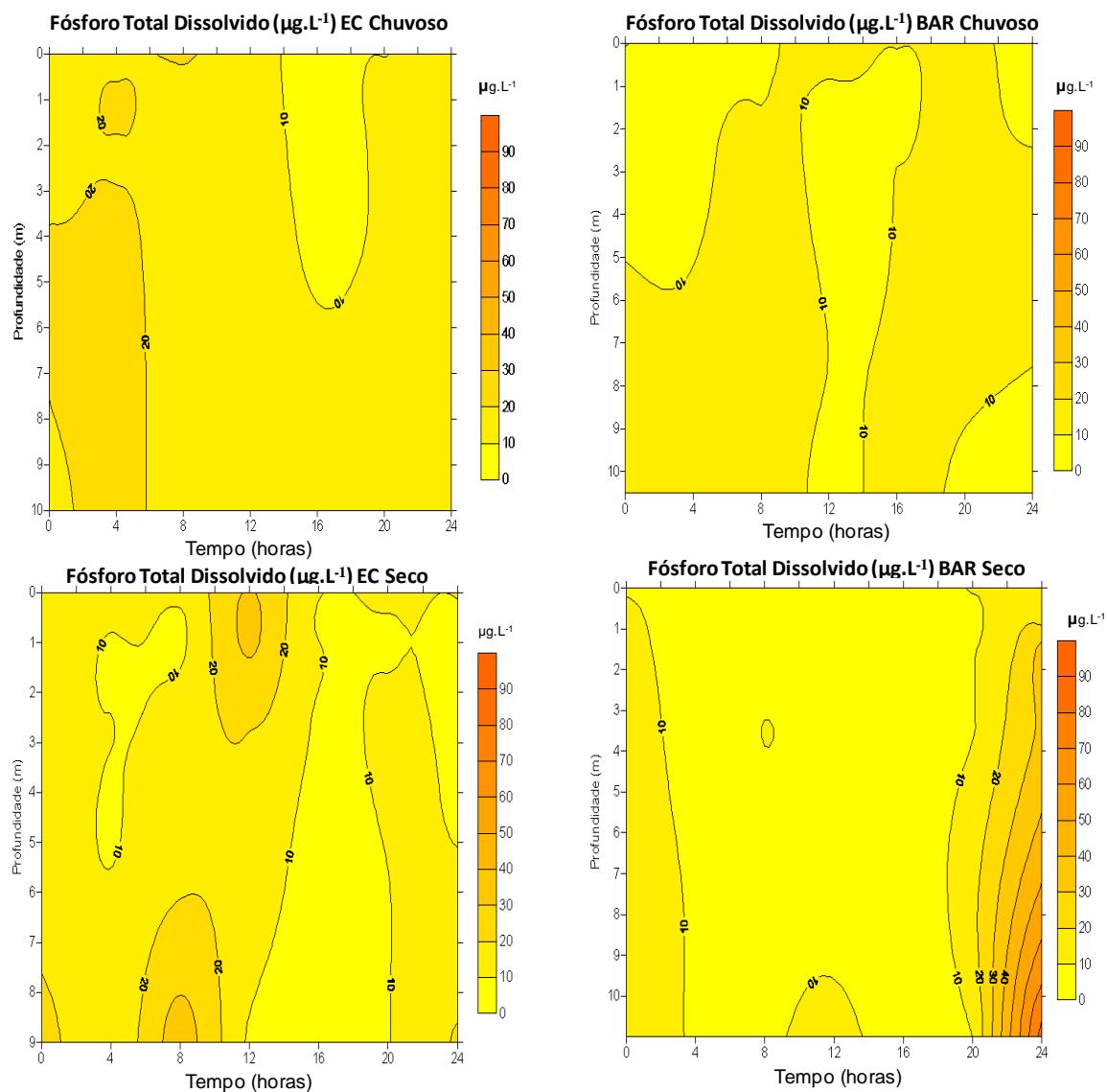


Figura 48: Isolíneas de Fósforo Total Dissolvido ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

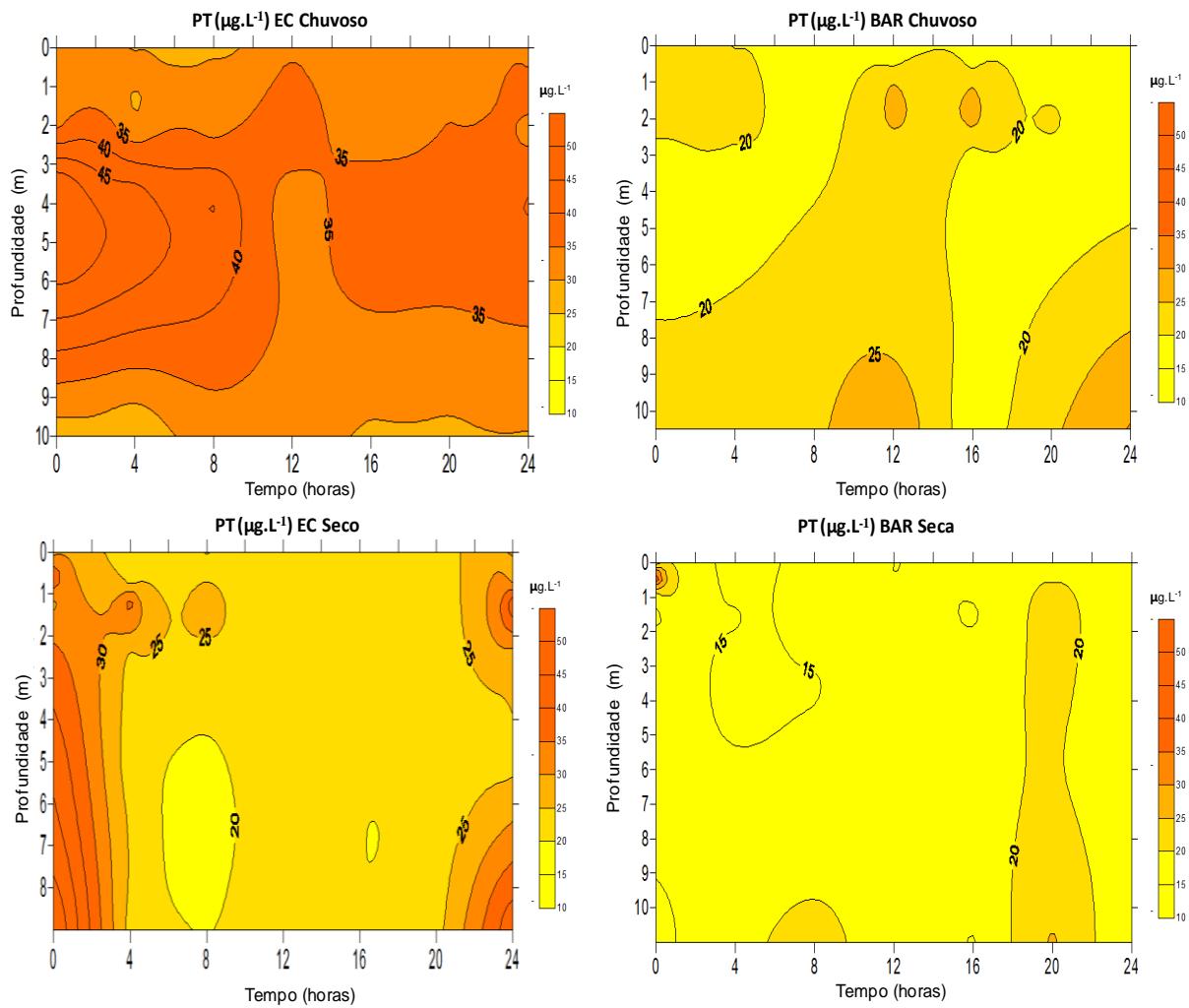


Figura 49: Isolíneas de Fósforo Total (mg.L^{-1}), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

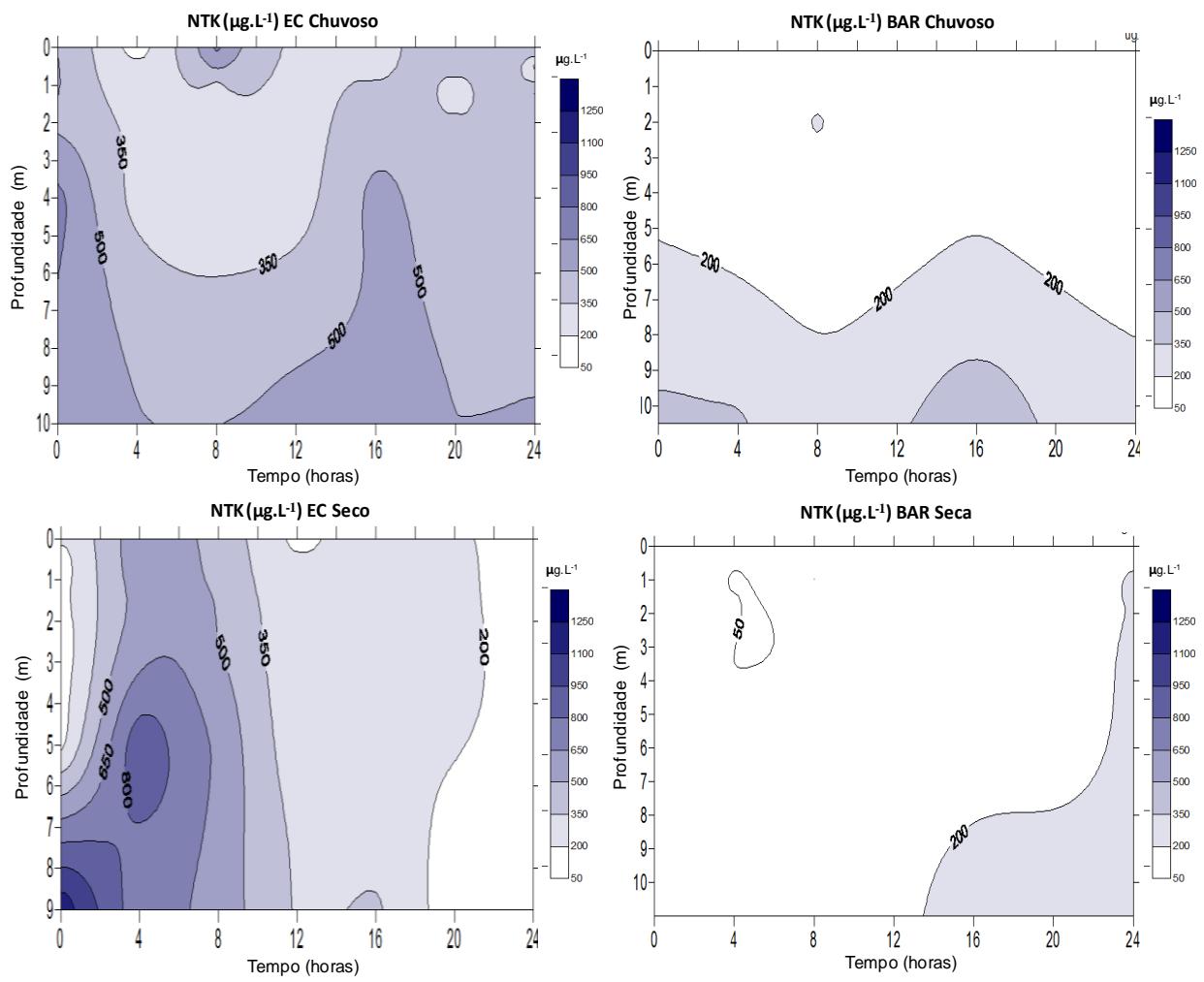


Figura 50: Isolíneas de Nitrogênio Total Kjedahl ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

Tabela 19: Relação nitrogênio total kjedahl e fósforo total (N:P) e formas nitrogenadas dissolvidas (nitrito e nitrito) e fósforo dissolvido (DIN:TDP).

EC			BAR									
Chuoso			Seco			Chuoso			Seco			
	Prof.	NT:PT	NID:PTD									
t0	0,0	83	94	0,0	59	113	0,0	40	68	0,0	102	352
	0,6	82	125	0,6	35	102	0,5	52	97	0,4	32	68
	1,1	95	141	1,2	55	77	1,1	46	166	0,9	92	86
	2,0	79	154	2,5	39	71	2,0	45	180	1,5	98	94
	4,0	54	82	5,0	34	80	3,0	57	100	3,5	62	51
	10,0	114	98	9,0			10,5	86	57	11,0	101	56
t4	0,0	38	70	0,0	58	72	0,0	49	130	0,0	90	175
	0,6	66	63	0,6	58	103	0,5	45	108	0,4	90	298
	1,1	60	45	1,2	53	112	1,1	47	104	0,9	84	212
	2,0	39	70	2,5	59	113	2,0	41	101	1,5	78	262
	4,0	75	51	5,0	49	129	3,0	53	115	3,5	90	284
	10,0	96	63	9,0	58	130	10,5	79	96	11,0	75	139
t8	0,0	80	43	0,0	65	84	0,0	53	101	0,0	79	111
	0,6	76	118	0,6	69	169	0,5	56	73	0,4	88	116
	1,1	56	104	1,2	65	140	1,1	49	81	0,9	67	161
	2,0	41	97	2,5	63	79	2,0	74	68	1,5	76	145
	4,0	60	99	5,0	59	77	3,0	48	38	3,5	88	112
	10,0	94	117	9,0	59	31	10,5	66	78	11,0	67	135
t12	0,0	49	92	0,0	160	39	0,0	75	48	0,0	83	149
	0,6	55	85	0,6	94	33	0,5	53	52	0,4	99	144
	1,1	47	89	1,2	85	37	1,1	33	112	0,9	94	146
	2,0	60	86	2,5	102	57	2,0	39	109	1,5	90	160
	4,0	59	73	5,0	93	69	3,0	39	123	3,5	89	160
	10,0	95	95	9,0	88	167	10,5	59	119	11,0	92	100
t16	0,0	60	226	0,0	83	112	0,0	50	66	0,0	97	124
	0,6	57	196	0,6	101	147	0,5	49	102	0,4	89	118
	1,1	75	167	1,2	323	455	1,1	34	83	0,9	90	304
	2,0	54	199	2,5	139	186	2,0	30	83	1,5	99	312
	4,0	85	172	5,0	120	232	3,0	59	69	3,5	83	198
	10,0	94	156	9,0	87	186	10,5	113	78	11,0	118	197
t20	0,0	76	172	0,0	109	103	0,0	59	72	0,0	95	97
	0,6	75	64	0,6	95	128	0,5	61	60	0,4	85	179
	1,1	52	138	1,2	109	138	1,1	42	49	0,9	55	160
	2,0	64	127	2,5	94	91	2,0	40	72	1,5	69	117
	4,0	88	144	5,0	110	114	3,0	52	56	3,5	70	125
	10,0	84	94	9,0	183	127	10,5	71	111	11,0	64	119
t24	0,0	68	85	0,0	46	110	0,0	49	80	0,0	69	43
	0,6	37	87	0,6	56	141	0,5	61	101	0,4	59	51
	1,1	71	103	1,2	31	146	1,1	67	179	0,9	103	60
	2,0	54	76	2,5	52	125	2,0	68	125	1,5	82	26
	4,0	71	90	5,0	64	118	3,0	61	63	3,5	85	28
	10,0		87	9,0	35	61	10,5	57	164	11,0	96	11

6.2.5. Biomassa fitoplanctônica por densidade

Nas Figuras 51, 52, 53 e 54 estão apresentadas as porcentagens de contribuição dos principais grupos fitoplanctônicos encontrados no reservatório. Como observado na variação diária, na nictemeral também ocorreu alternância de dominância e predominância entre as Cianobactérias e Chlorophyceae. No período chuvoso, prevaleceu maior contribuição das Chlorophyceae em todos os horários amostrados e no período seco houve maior contribuição das Cianobactérias, para as duas estações amostradas.

Em EC, a contribuição das Chlorophyceae variou entre 75,2 (t0) e 82,5% (t8), sendo, portanto, considerada como dominante na variação nictemeral, no período chuvoso. Neste mesmo período, a contribuição das Cianobactérias variaram entre 13,8 (t8) e 33,0% (t16), sendo, portanto, considerada como comum. No período seco, as Cianobactérias foram dominantes em todo o período analisado, com contribuição variando de 54,3 (t4) a 65,4% (t24). Ao contrário, as Chlorophyceae contribuíram entre 28,8 (t4) a 36,7% (t16), numa condição entre comum e abundante.

O mesmo padrão foi observado em BAR, sendo as Chlorophyceae dominantes no período chuvoso, variando entre 56,7 (t24) e 69,7% (t12). Enquanto as Cianobactérias contribuíram entre 29,0 (t12) a 42,4% (t24), numa condição entre comum e abundante. No período seco, as Cianobactérias foram dominantes, com contribuição variando de 61,7 (t16) a 68,0% (t0). Ao contrário, as Chlorophyceae contribuíram entre 28,8 (t4) a 36,7% (t16), numa condição entre abundante e comum.

Os demais grupos da comunidade fitoplanctônica (Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Criptophyceae e Crisophyceae) foram ocasionais nos dois períodos estudados, com máximo de contribuição de 6,7 (t24) e 7,8 (t16), nos períodos chuvoso e seco, em EC, e com máximo de contribuição de 1,9 e 2,0 (t4), nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, em BAR.

No anexo 2 (Tabelas 34 a 41) estão apresentadas todas as abundâncias relativas dos gêneros e espécies encontrados, nos períodos amostrados. Como observado na variação diária, entre os organismos fitoplanctônicos encontrados duas espécies se destacaram no período amostrado: a Cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii* e a Chlorophyceae *Monoraphidium contortum*.

Nas Figuras 55, 56, 57 e 58 estão apresentados os perfis de densidade total, densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Monoraphidium contortum*, nos períodos chuvoso e seco, em EC e BAR, respectivamente.

As maiores densidades, em EC, ocorreram no período chuvoso. A densidade total, neste período, variou entre $3,78 \times 10^3$ indivíduos.mL⁻¹ (t16, 10,0m) e $98,44 \times 10^3$

indivíduos.mL⁻¹ (t8, 0,6m). Enquanto no período seco, a densidade total variou entre 6,00 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t12, 9,0m) e 36,34 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t4, 0m).

A densidade de *Monoraphidium contortum* foi maior que a densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* no período chuvoso. A densidade de *M. contortum* variou entre 1,34 (t12, 10, m) e 76,64 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t8, 0,6m) e a *C. raciborskii* variou entre 0,56 (t12, 10,0m) e 9,67 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t24, 0,6m).

No período seco houve uma inversão e a Cianobactéria *C. raciborskii* apresentou maior densidade que a Chlorophyceae *M. contortum*. A densidade de *C. raciborskii* variou entre 2,89 (t12, 0,6m) e 20,04 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t8, 1,2m) e a densidade de *M. contortum* variou entre 0,92 (t16, 1,2m) e 13,34 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t4, 0 e 1,2m).

Em BAR, a densidade total foi maior no período chuvoso, variando entre 9,07 (t4, 10,5m) e 117,70 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t16, 0m). Enquanto no período seco variou entre 21,66 (t16, 11,0m) e 74,45 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t8, 0m).

A densidade de *Monoraphidium contortum* e de *Cylindrospermopsis raciborskii* seguiu o mesmo padrão observado em EC, sendo as maiores densidades de *M. contortum* no período chuvoso e as de *C. raciborskii* no período seco. As densidades de *M. contortum* variaram entre 0,78 (t0, 10,5m) e 52,36 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t4, 1,1m), no período chuvoso e no seco entre 1,91 (t12, 11,0m) e 23,15 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t8, 0,9m). Enquanto a densidade *C. raciborskii* variou entre 3,81 (t4, 10,5m) e 28,09 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t8, 0m), no período chuvoso e entre 14,00 (t16, 11,0m) e 57,86 x10³ indivíduos.mL⁻¹ (t8, 0,9m), no período seco.

Os índices de diversidade (H'), dominância (c), equidade (e) e riqueza (d) estão apresentados na Tabela 20. Como não foi observada variação entre as profundidades foi realizada a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos horários amostrados. Para a diversidade de espécies a maior média obtida foi de 2,14 bits.indivíduos⁻¹ (t24), no período chuvoso e 2,20 bits.indivíduos⁻¹ (t0) no seco, em EC. Em BAR, a maior média de diversidade 1,82 (t8) e 1,67 bits.indivíduos⁻¹ (t4), no período chuvoso e seco, respectivamente.

Para dominância e a equidade não foram observadas variações entre os períodos amostrados. No período chuvoso, em EC a variação foi de 0,42 (t24) a 0,52 bits.indivíduos⁻¹ (t8) e 0,40 (t8) e 0,49 bits.indivíduos⁻¹ (t16), para dominância e equidade, respectivamente. No período seco a variação da dominância foi de 0,35 (t12) a 0,43 bits.indivíduos⁻¹ (t24) e da equidade foi de 0,47 (t24) e 0,56 bits.indivíduos⁻¹ (t16).

Em BAR, a dominância variou entre 0,39 (t24) e 0,47 bits.indivíduos⁻¹ (t12), no período chuvoso e entre 0,43 (t16) e 0,49 bits.indivíduos⁻¹ (t0 e t8), no período seco.

Enquanto a equidade a variação esteve entre 0,41 (t12) e 0,46 bits.indivíduos⁻¹ (t24), no período chuvoso e entre 0,38 (t8) e 0,45 bits.indivíduos⁻¹ (t16), no período seco.

A riqueza de espécies foi maior em EC do que em BAR. No período chuvoso, o maior valor de riqueza foi de 23,73 bits.indivíduos⁻¹ (t24), em EC e de 17,23 bits.indivíduos⁻¹ (t4), em BAR, no período seco os maiores valores foram de 19,28 bits.indivíduos⁻¹ (t0), em EC e de 15,56 bits.indivíduos⁻¹ (t0), em BAR.

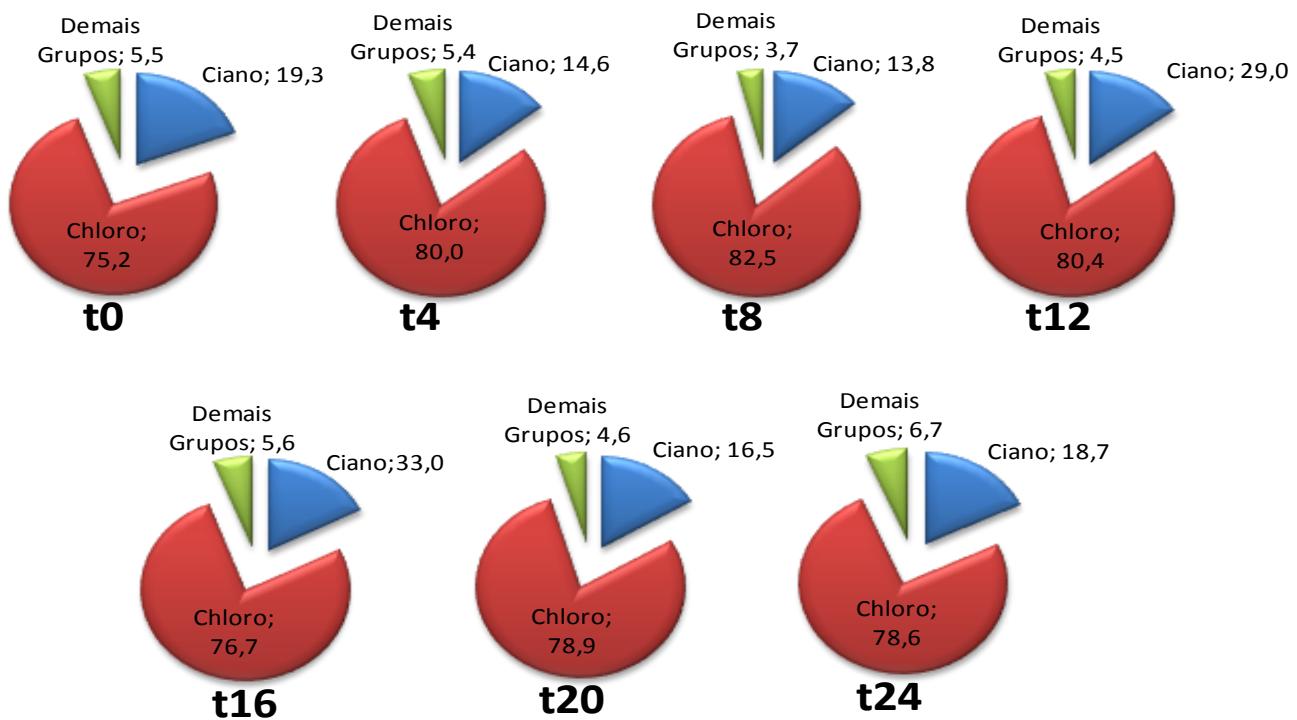


Figura 51: Porcentagem de contribuição dos principais grupos fitoplanctônicos encontrados em EC, no período chuvoso de 2011 (Ciano – Cianobactérias, Cloro – Clorophyceae e demais grupos - Bacillariophyceae, Dinophyceae, Criophyceae e Crisophyceae).

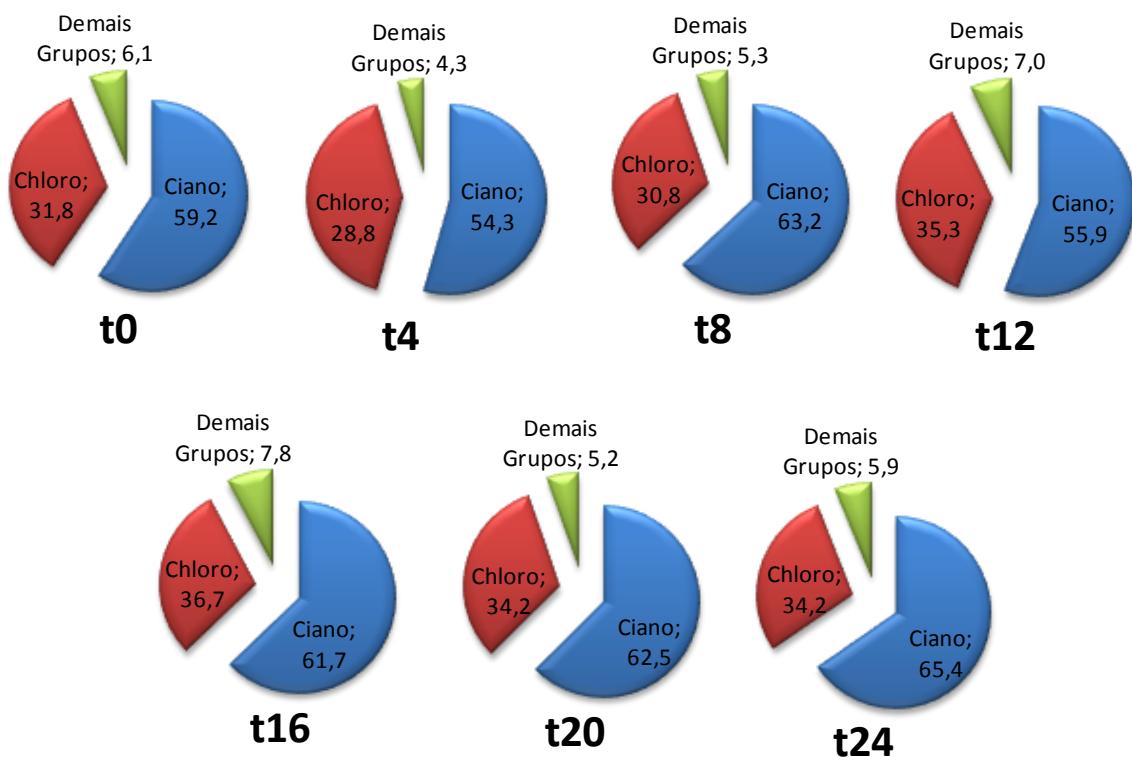


Figura 52: Porcentagem de contribuição dos principais grupos fitoplanctônicos encontrados em EC, no período seco de 2011 (Ciano – Cianobactérias, Cloro – Clorophyceae e demais grupos - Bacillariophyceae, Dinophyceae, Criophyceae e Crisophyceae).

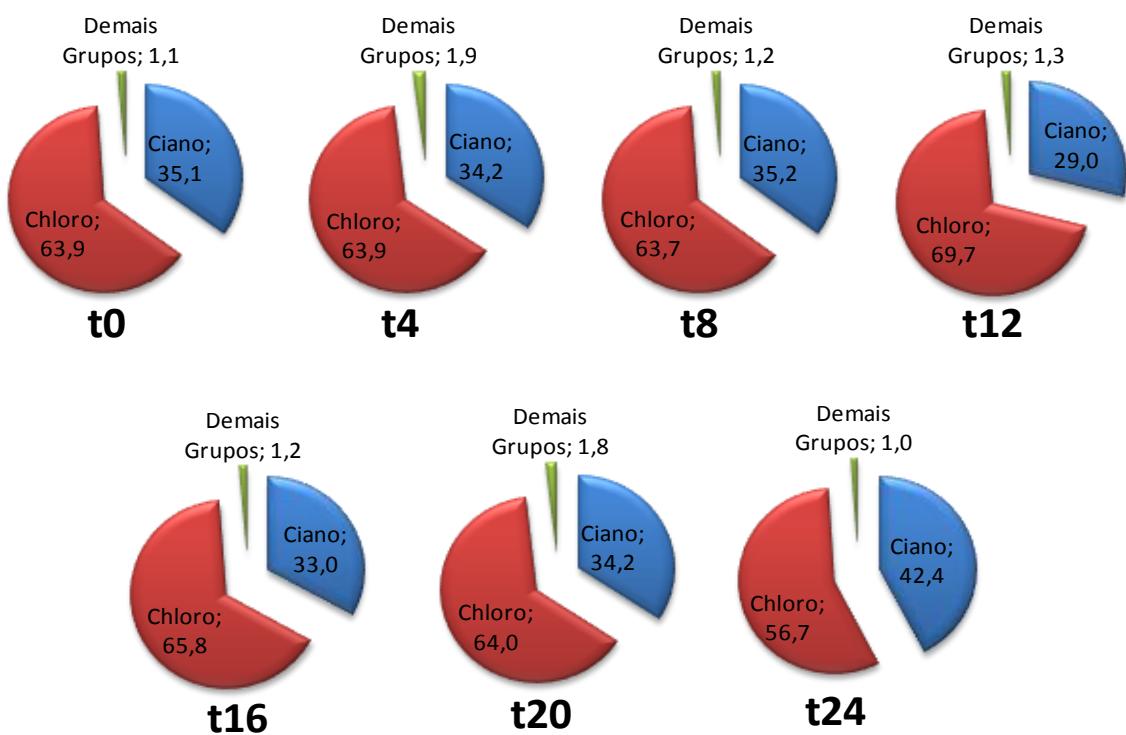


Figura 53: Porcentagem de contribuição dos principais grupos fitoplânctonicos encontrados em BAR, no período chuvoso de 2011 (Ciano – Cianobactérias, Cloro – Clorophyceae e demais grupos - Bacillariophyceae, Dinophyceae, Criophyceae e Crisophyceae).

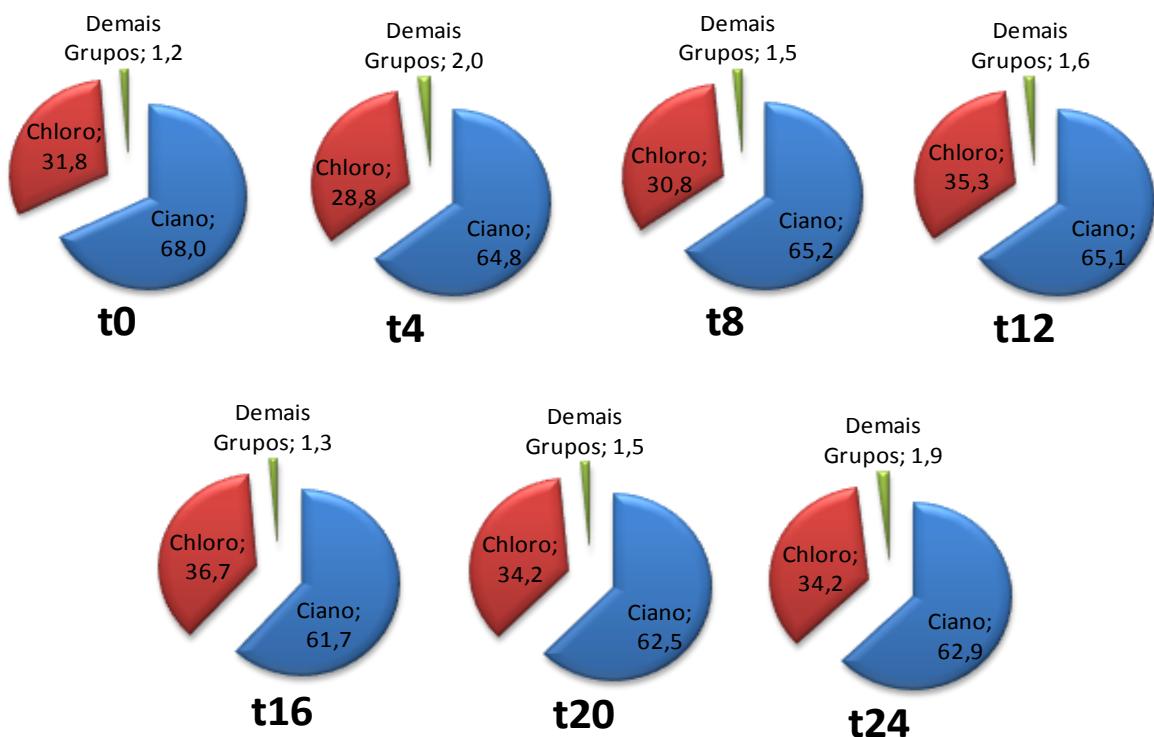


Figura 54: Porcentagem de contribuição dos principais grupos fitoplânctonicos encontrados em BAR, no período seco de 2011 (Ciano – Cianobactérias, Cloro – Clorophyceae e demais grupos - Bacillariophyceae, Dinophyceae, Criophyceae e Crisophyceae).

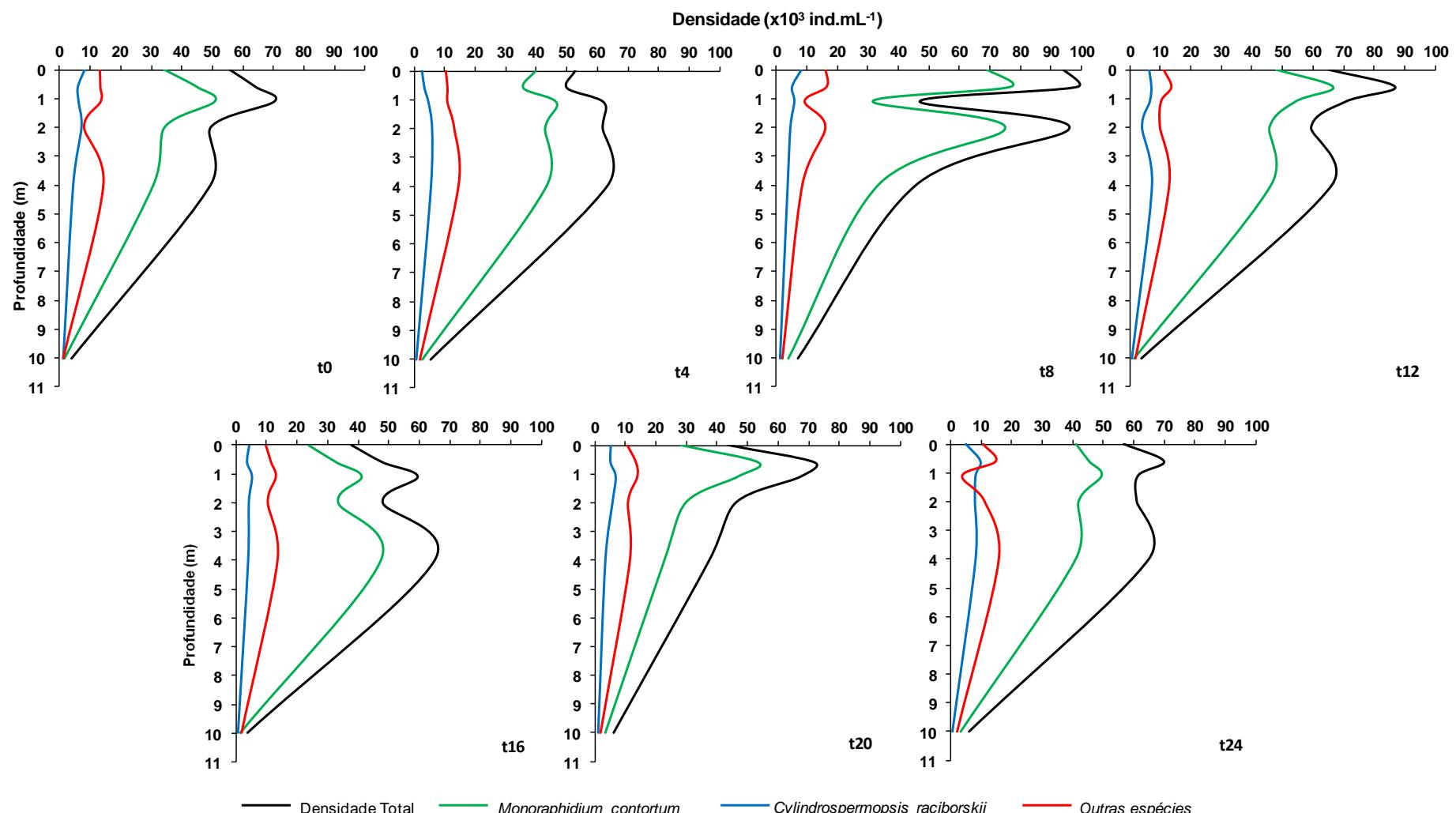


Figura 55: Perfil da densidade total e dos principais organismos fitoplânctonicos ($\times 10^3$ indivíduo.mL $^{-1}$) encontrados em EC, no período chuvoso de 2011.

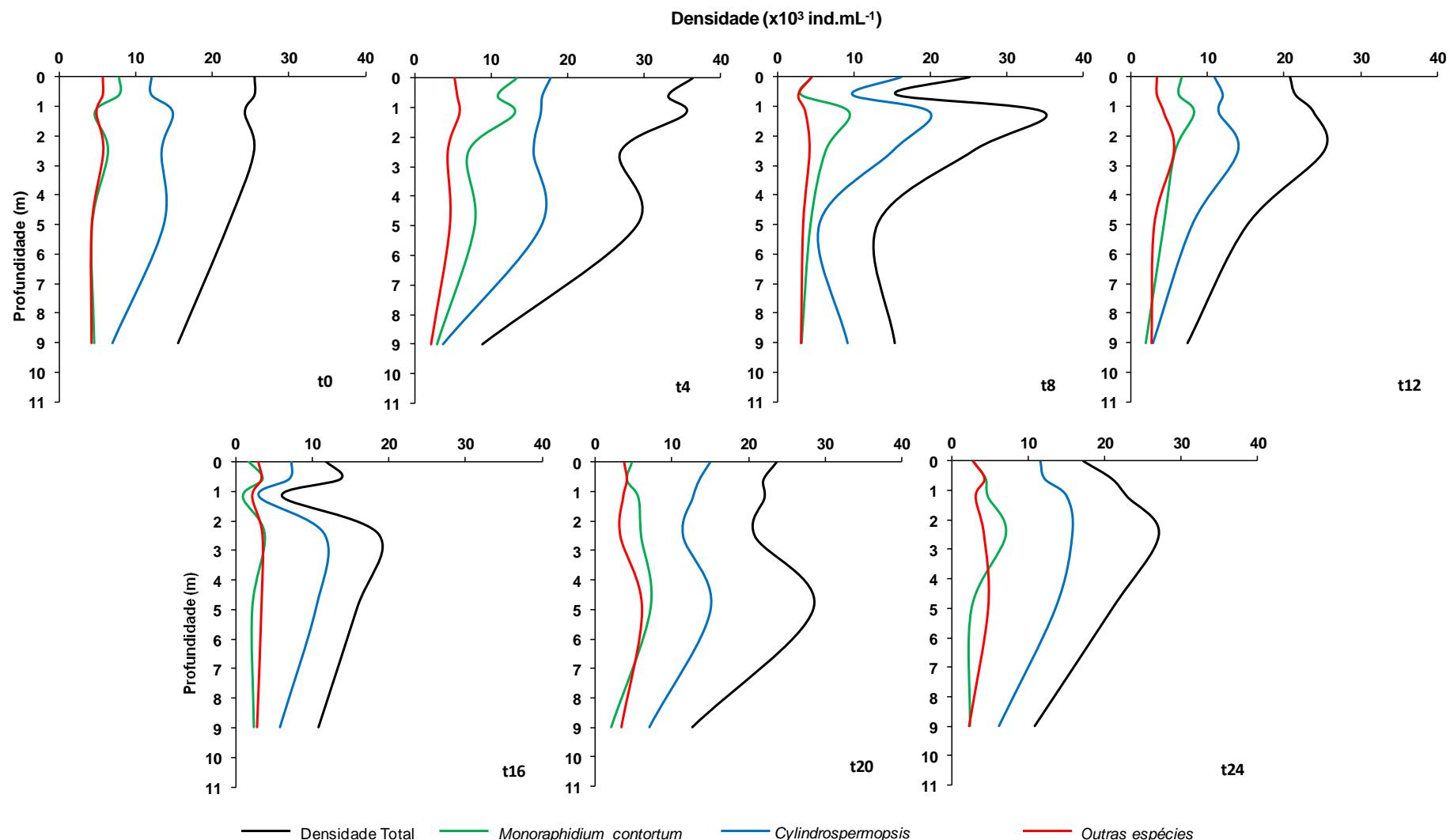


Figura 56: Perfil da densidade total e dos principais organismos fitoplânctonicos ($\times 10^3$ indivíduo. \cdot mL $^{-1}$) encontrados em EC, no período seco de 2011.

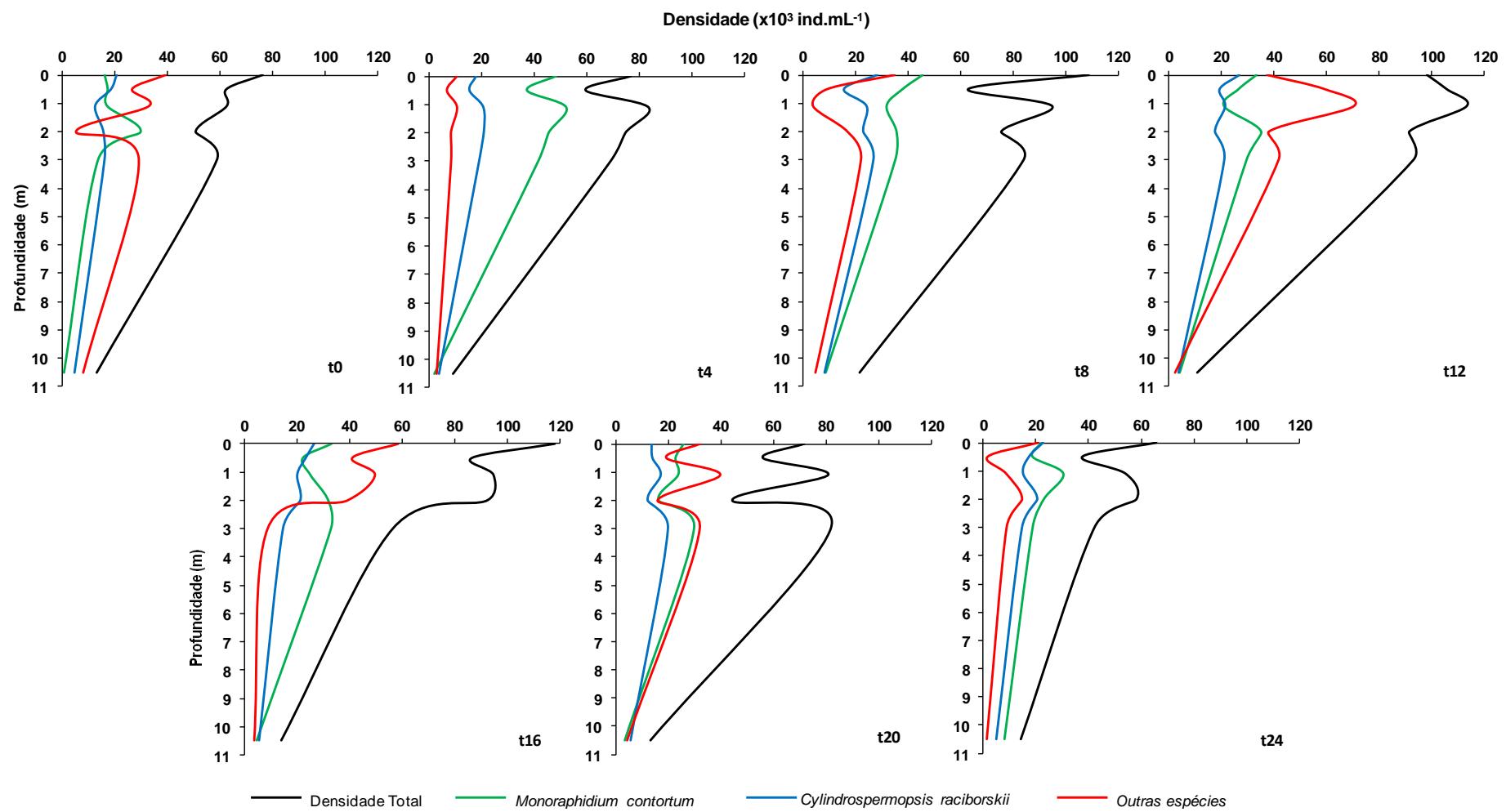


Figura 57: Perfil da densidade total e dos principais organismos fitoplânctônicos ($\times 10^3$ indivíduo. \cdot mL $^{-1}$) encontrados em BAR, no período chuvoso de 2011.

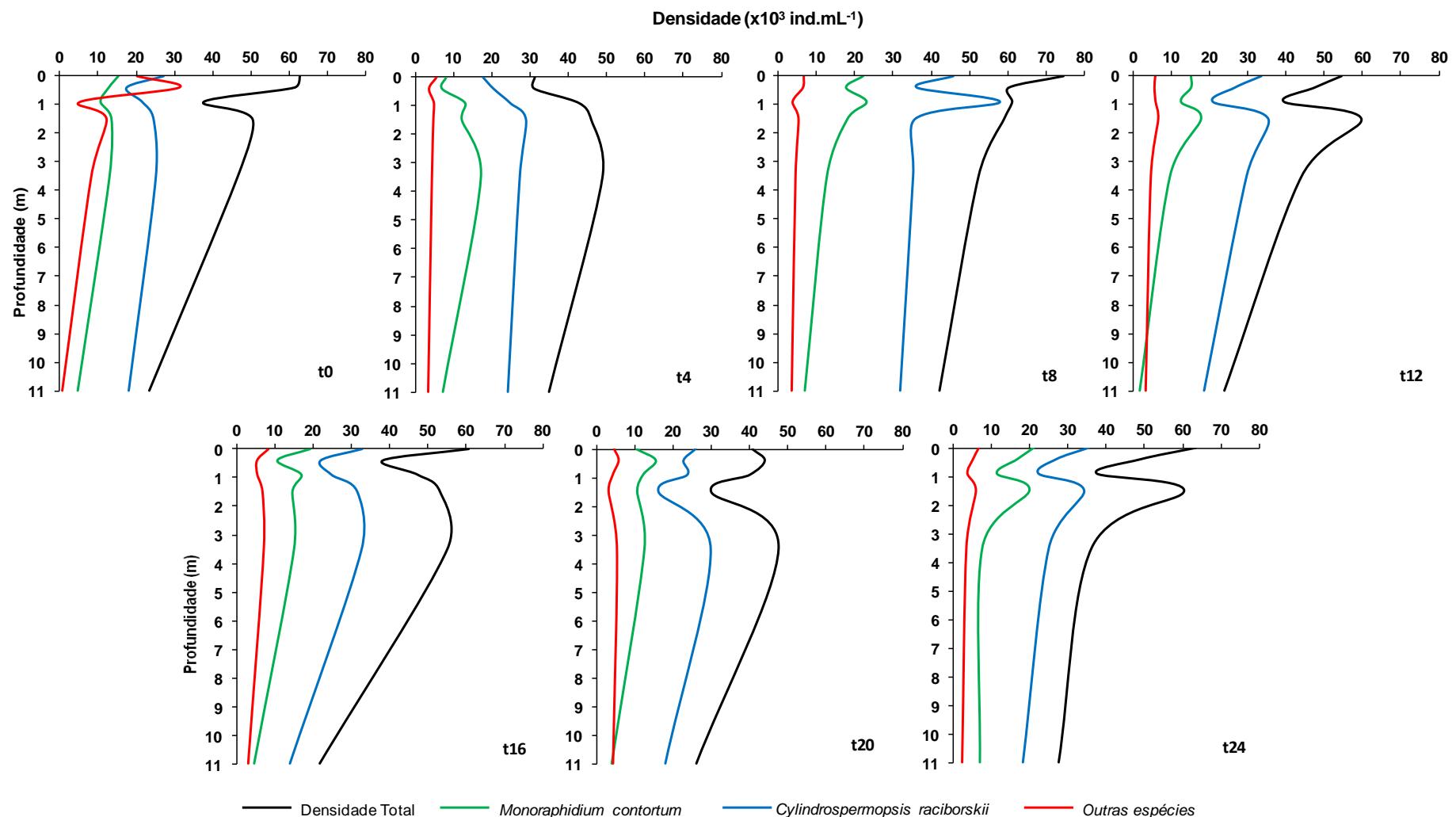


Figura 58: Perfil da densidade total e dos principais organismos fitoplânctonicos ($\times 10^3$ indíviduo. mL^{-1}) encontrados em BAR, no período seco de 2011.

Tabela 20: Média, Desvio Padrão (DESVPAD) e Coeficiente de Variação (CV) dos Índices de Diversidade (H'), Dominância (c), equidade (e) e Riqueza (d), em Bits.indivíduos⁻¹, em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

		EC				BAR							
		Chuvoso				Chuvoso							
	Prof.	H'	c	e	d	H'	c	e	d	H'	c	e	d
t0	Média	2,05	0,44	0,47	21,72	2,20	0,36	0,52	19,28	1,68	0,44	0,42	16,23
	DESVPAD	0,30	0,09	0,10	4,60	0,19	0,06	0,04	1,52	0,23	0,07	0,05	1,96
	CV	0,14	0,21	0,22	0,21	0,09	0,16	0,07	0,08	0,14	0,16	0,11	0,12
t4	Média	1,92	0,49	0,43	22,22	2,02	0,37	0,49	17,05	1,77	0,42	0,43	17,23
	DESVPAD	0,40	0,11	0,09	3,39	0,18	0,04	0,05	0,75	0,32	0,08	0,10	1,87
	CV	0,21	0,23	0,21	0,15	0,09	0,11	0,09	0,04	0,18	0,18	0,23	0,11
t8	Média	1,75	0,52	0,40	21,56	2,00	0,40	0,49	17,05	1,82	0,40	0,45	16,90
	DESVPAD	0,38	0,11	0,10	3,08	0,16	0,05	0,05	1,72	0,21	0,05	0,05	2,10
	CV	0,22	0,20	0,24	0,14	0,08	0,14	0,10	0,10	0,12	0,13	0,10	0,12
t12	Média	1,85	0,50	0,43	20,22	2,12	0,35	0,55	14,88	1,62	0,47	0,41	15,90
	DESVPAD	0,67	0,16	0,16	2,34	0,33	0,06	0,07	2,61	0,34	0,09	0,09	1,42
	CV	0,36	0,33	0,37	0,12	0,16	0,17	0,12	0,18	0,21	0,19	0,22	0,09
t16	Média	2,09	0,44	0,49	19,89	2,16	0,37	0,56	14,87	1,73	0,42	0,44	15,57
	DESVPAD	0,50	0,13	0,12	1,68	0,17	0,06	0,08	2,84	0,30	0,08	0,08	3,20
	CV	0,24	0,29	0,25	0,08	0,08	0,17	0,15	0,19	0,18	0,18	0,17	0,21
t20	Média	2,03	0,44	0,48	19,39	2,05	0,40	0,49	18,71	1,74	0,43	0,44	15,40
	DESVPAD	0,33	0,09	0,08	3,02	0,22	0,04	0,04	5,12	0,34	0,09	0,07	2,73
	CV	0,16	0,19	0,16	0,16	0,11	0,10	0,09	0,27	0,20	0,20	0,15	0,18
t24	Média	2,14	0,42	0,47	23,73	1,97	0,43	0,47	17,88	1,81	0,39	0,46	15,06
	DESVPAD	0,27	0,06	0,06	2,79	0,19	0,04	0,03	2,61	0,16	0,03	0,03	1,47
	CV	0,13	0,14	0,13	0,12	0,10	0,10	0,07	0,15	0,09	0,09	0,07	0,10

6.2.6. Biomassa fitoplancônica por biovolume

Os valores de volume celular e biovolume de *Monoraphidium contortum* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, em EC e BAR, estão apresentados nas Tabelas 21 e 22, respectivamente.

Em EC, não foi observado variação de volume celular e biovolume do *Monoraphidium contortum* entre os períodos chuvoso e seco.

O volume celular da *C. raciborskii* variou entre 341,26 e 829,00 μm^3 e o biovolume entre 0,19 e $5,94 \times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, no período chuvoso e entre 402,69 e 930,08 μm^3 e $1,20 \text{ a } 15,81 \times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, no período seco.

O volume celular do *M. contortum*, no período chuvoso, variou entre 1,23 a 1,68 μm^3 e entre 1,05 a 1,84 μm^3 , no período seco. Entretanto, o biovolume, como esta relacionado com a densidade, teve os maiores valores no período chuvoso (variando entre 0,19 e $11,85 \times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$) se comparados aos valore encontrados no período seco(entre 0,10 e $2,26 \times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$).

Em BAR, o volume celular da *C. raciborskii*foi menor se comparado à EC e variou entre 223,42 e 565,84 μm^3 . O biovolume foi maior variando entre 1,03 e $10,44 \times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, no período chuvoso . No período seco, foi observado o mesmo padrão. O volume celular e o biovolume variaram entre 59,45 a 620,55 μm^3 e $1,21 \text{ a } 32,70, \times 10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, respectivamente.

O volume celular e biovolume do *Monoraphidium contortum*, em BAR, apresentaram maiores valores no período chuvoso se comparado ao período seco. O volume celular e o biovolume variaram entre 0,92 a 2,61 μm^3 e 0,16 a $7,91 \times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, respectivamente, no período chuvoso e entre 0,89 a 1,95 μm^3 e 0,22 a $4,11 \times 10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$, respectivamente, no período seco.

Tabela 21: Volume celular (μm^3), biovolume, das espécies de *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Monoraphidium contortum* em EC, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

		<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>				<i>Monoraphidium contortum</i>							
Horario	Prof.	Chuvoso		Seco		Horario	Prof.	Chuvoso		Seco			
		Volume Celular μm^3	Biovolume $10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$	Volume Celular μm^3	Biovolume $10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$			Volume Celular μm^3	Biovolume $10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$	Volume Celular μm^3	Biovolume $10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$		
t0	0,0	590,68	4,84	0,0	600,29	7,20	t0	0,0	1,51	5,18	0,0	1,59	1,25
	0,6	527,75	3,13	0,6				0,6	1,61	7,25	0,6		
	1,1	489,32	3,00	1,2	578,72	8,58		1,1	1,65	8,36	1,2	1,57	0,72
	2,0	652,60	4,65	2,5	930,08	12,40		2,0	1,33	4,57	2,5	1,58	1,00
	4,0	577,77	2,53	5,0	503,93	6,86		4,0	1,30	4,00	5,0	1,54	0,65
	10,0	609,73	0,67	9,0	732,87	5,02		10,0	1,37	0,24	9,0	1,78	0,81
t4	0,0	554,51	1,45	0,0	771,22	13,66	t4	0,0	1,43	5,69	0,0	1,69	2,26
	0,6	678,84	2,30	0,6	835,59	13,92		0,6	1,47	5,27	0,6	1,41	1,53
	1,1	558,38	2,60	1,2	764,71	12,57		1,1	1,52	7,08	1,2	1,35	1,77
	2,0	567,01	3,28	2,5	686,49	10,66		2,0	1,60	6,85	2,5	1,30	0,91
	4,0	647,91	3,52	5,0	584,54	9,65		4,0	1,44	6,24	5,0	1,36	1,06
	10,0	534,18	0,43	9,0	620,17	2,34		10,0	1,40	0,38	9,0	1,53	0,44
t8	0,0	451,47	3,79	0,0	625,93	10,16	t8	0,0	1,48	10,27	0,0	1,47	0,66
	0,6	580,58	3,03	0,6	767,83	7,53		0,6	1,45	11,15	0,6	1,56	0,48
	1,1	413,60	2,48	1,2	788,98	15,81		1,1	1,54	4,87	1,2	1,47	1,38
	2,0	614,71	2,86	2,5	702,47	10,61		2,0	1,58	11,85	2,5	1,42	0,89
	4,0	665,84	2,49	5,0	671,43	3,65		4,0	1,48	4,93	5,0	1,41	0,61
	10,0	408,78	0,48	9,0	702,34	6,44		10,0	1,59	0,62	9,0	1,51	0,47
t12	0,0	586,74	3,64	0,0	641,68	6,97	t12	0,0	1,23	5,90	0,0	1,18	0,78
	0,6	606,70	4,20	0,6	686,56	8,19		0,6	1,35	8,96	0,6	1,36	0,84
	1,1	555,78	3,57	1,2	783,73	8,96		1,1	1,35	7,29	1,2	1,27	1,04
	2,0	469,28	1,82	2,5	632,34	8,79		2,0	1,31	5,98	2,5	1,54	0,88
	4,0	515,02	3,67	5,0	667,30	5,32		4,0	1,63	7,51	5,0	1,53	0,65
	10,0	341,26	0,19	9,0	644,83	1,87		10,0	1,45	0,19	9,0	1,35	0,25
t16	0,0	492,50	2,12	0,0	766,15	5,51	t16	0,0	1,40	3,30	0,0	1,84	0,30
	0,6	526,38	1,89	0,6	617,25	4,27		0,6	1,42	4,65	0,6	1,47	0,51
	1,1	542,54	2,83	1,2	406,50	1,20		1,1	1,23	5,06	1,2	1,05	0,10
	2,0	584,65	2,43	2,5	708,71	8,20		2,0	1,45	4,85	2,5	1,16	0,43
	4,0	829,00	3,28	5,0	641,56	6,66		4,0	1,68	7,95	5,0	1,40	0,30
	10,0	475,55	0,29	9,0	475,71	2,70		10,0	1,50	0,21	9,0	1,54	0,36
t20	0,0	570,60	2,94	0,0	493,34	7,42	t20	0,0	1,56	4,36	0,0	1,37	0,66
	0,6	596,99	3,03	0,6	515,72	7,02		0,6	1,63	8,72	0,6	1,17	0,49
	1,1	546,40	3,70	1,2	544,95	6,96		1,1	1,48	6,92	1,2	1,50	0,85
	2,0	555,96	3,18	2,5	402,69	4,63		2,0	1,56	4,61	2,5	1,25	0,75
	4,0	588,69	1,99	5,0	505,20	7,63		4,0	1,49	3,37	5,0	1,71	1,23
	10,0	469,96	0,48	9,0	505,27	3,58		10,0	1,44	0,47	9,0	1,13	0,24
t24	0,0	538,05	2,70	0,0	831,39	9,62	t24	0,0	1,51	6,22	0,0	1,39	0,39
	0,6	614,54	5,94	0,6	732,13	8,89		0,6	1,51	6,85	0,6	1,19	0,53
	1,1	532,76	4,32	1,2	662,13	9,95		1,1	1,53	0,56	1,2	1,26	0,59
	2,0	584,85	4,62	2,5	740,96	11,66		2,0	1,40	5,91	2,5	1,30	0,92
	4,0	551,16	4,47	5,0	806,14	10,92		4,0	1,58	6,49	5,0	1,74	0,45
	10,0	573,98	0,43	9,0	676,16	4,17		10,0	1,54	0,54	9,0	1,65	0,40

Tabela 22: Volume celular (μm^3), biovolume, das espécies de *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Monoraphidium contortum* em BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

		<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>				<i>Monoraphidium contortum</i>							
Horário	Prof.	Chuvoso		Seco		Horário	Prof.	Chuvoso		Seco			
		Volume Celular μm^3	Biovolume $10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$	Volume Celular μm^3	Biovolume $10^6 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$			Volume Celular μm^3	Biovolume $10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$	Volume Celular μm^3	Biovolume $10^4 \mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$		
t0	0,0	322,20	6,71	0,0	362,07	9,86	t0	0,0	1,80	2,92	0,0	1,53	2,35
	0,5	382,22	7,15	0,4	504,07	8,75		0,5	2,20	3,82	0,4	1,50	1,93
	1,1	434,12	5,45	0,9	443,14	9,54		1,1	1,50	2,58	0,9	1,57	1,68
	2,0	325,30	5,12	1,5	425,60	10,45		2,0	1,85	5,54	1,5	1,60	2,17
	3,0	333,30	5,39	3,5	428,24	10,79		3,0	1,60	2,19	3,5	1,84	2,40
	10,5	565,84	2,62	11,0	402,87	7,22		10,5	2,02	0,16	11,0	1,53	0,73
t4	0,0	354,52	6,35	0,0	620,55	10,90	t4	0,0	1,12	5,43	0,0	1,09	0,89
	0,5	397,36	6,11	0,4	59,45	1,21		0,5	1,24	4,63	0,4	1,24	0,88
	1,1	328,51	6,79	0,9	354,30	8,80		1,1	1,23	6,42	0,9	1,23	1,62
	2,0	433,23	9,02	1,5	353,86	10,29		2,0	1,05	4,79	1,5	1,24	1,53
	3,0	362,31	6,90	3,5	426,03	11,66		3,0	1,25	5,23	3,5	1,31	2,25
	10,5	269,18	1,03	11,0	298,34	7,22		10,5	1,32	0,29	11,0	1,15	0,84
t8	0,0	318,05	8,93	0,0	400,44	27,24	t8	0,0	1,15	5,23	0,0	1,21	2,69
	0,5	339,72	5,30	0,4	411,02	14,85		0,5	1,03	3,93	0,4	1,19	2,11
	1,1	223,62	5,40	0,9	382,15	22,11		1,1	1,27	4,06	0,9	1,09	2,52
	2,0	334,67	7,65	1,5	428,70	17,61		2,0	1,10	3,90	1,5	1,19	2,17
	3,0	320,66	8,55	3,5	455,48	19,45		3,0	0,98	3,46	3,5	1,24	1,58
	10,5	389,98	3,23	11,0	332,55	2,83		10,5	1,41	4,49	11,0	1,24	0,87
t12	0,0	223,42	6,05	0,0	381,82	23,28	t12	0,0	0,95	3,18	0,0	1,32	2,02
	0,5	370,91	7,28	0,4	416,18	30,46		0,5	1,12	2,98	0,4	0,96	1,47
	1,1	433,86	9,43	0,9	393,04	31,09		1,1	1,25	2,64	0,9	1,05	1,33
	2,0	401,57	7,17	1,5	431,87	27,43		2,0	1,03	3,63	1,5	1,20	2,14
	3,0	451,17	9,65	3,5	408,46	24,47		3,0	1,00	2,98	3,5	1,22	1,19
	10,5	273,26	1,09	11,0	377,23	1,56		10,5	1,11	2,07	11,0	1,16	0,22
t16	0,0	390,84	10,37	0,0	369,57	28,27	t16	0,0	1,13	3,74	0,0	1,04	2,00
	0,5	437,85	10,23	0,4	407,25	19,97		0,5	1,19	2,63	0,4	1,09	1,17
	1,1	404,62	8,14	0,9	444,15	27,46		1,1	0,96	2,40	0,9	1,12	1,89
	2,0	489,68	10,44	1,5	391,01	23,62		2,0	0,98	3,12	1,5	0,91	1,33
	3,0	428,31	6,29	3,5	385,32	12,64		3,0	1,12	3,65	3,5	0,98	1,48
	10,5	267,26	1,48	11,0	341,16	1,58		10,5	0,92	1,37	11,0	0,89	0,42
t20	0,0	342,61	4,69	0,0	377,67	18,26	t20	0,0	1,18	3,04	0,0	1,01	1,04
	0,5	387,54	5,44	0,4	343,57	12,12		0,5	1,13	2,57	0,4	1,48	2,30
	1,1	476,19	8,20	0,9	600,18	32,70		1,1	1,41	3,34	0,9	1,14	1,39
	2,0	366,81	4,48	1,5	403,47	10,19		2,0	1,18	1,91	1,5	1,17	1,25
	3,0	370,60	7,40	3,5	546,35	27,10		3,0	1,29	3,85	3,5	1,20	1,50
	10,5	349,42	1,98	11,0	393,25	1,32		10,5	1,03	1,93	11,0	1,41	0,55
t24	0,0	339,66	7,65	0,0	620,55	15,46	t24	0,0	2,01	4,45	0,0	1,95	4,11
	0,5	344,33	5,90	0,4	436,92	9,13		0,5	2,54	4,75	0,4	1,52	2,53
	1,1	371,96	5,56	0,9	514,05	11,32		1,1	2,61	7,91	0,9	1,72	1,97
	2,0	315,89	6,42	1,5	503,93	12,59		2,0	2,18	5,01	1,5	1,52	3,03
	3,0	237,10	3,45	3,5	454,93	12,84		3,0	1,85	3,46	3,5	1,73	1,32
	10,5	335,64	1,60	11,0	412,14	11,63		10,5	1,91	1,54	11,0	1,68	1,17

6.2.7. Biomassa fitoplancônica por concentração de pigmentos

As isolíneas das concentrações de clorofila e feofitina estão apresentadas nas Figuras 59 e 60. Em BAR, não foi observada variação nictemeral, as concentrações variaram entre 3,26 (3,0m; t4) e 23,72 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (10,5m; t8), no período chuvoso e entre 30,31 (0,4m; t0) e 40,46 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (0,4 e 3,5 m; t4), no período seco.

Em EC, no período chuvoso, nos horários t0, t4 e t8 ocorreram picos de concentração de clorofila a (68,59; 74,87 e 60,68 $\mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente). Nos outros horários foi observada apenas variação vertical. A maior concentração foi 43,01 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (2,0m; t24) e a menor 11,16 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (10,0m; t20). No período seco, foi observada variação

nictemeral. Os horários t0 e t24, tiveram as menores concentrações variando entre 0 e 20,65 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (0,6, 1,1, 9,0m e 5,0m, respectivamente) em t0 e 0 e 10,65 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (0,5, 9,0m e 2,5m; respectivamente) em t24. Houve pico (85,87 $\mu\text{g.L}^{-1}$; 9m) em t20. Nos outros horários, a clorofila variou entre 11,16 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (4,0m; t20) e 45,76 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (5,0m; t12).

As concentrações de feofitina não sofreram variação nictemeral e vertical em BAR, em nenhum dos períodos estudados. As maiores concentrações foram de 4,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (3,0m; t8), no período chuvoso e de 13,22 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (0,6m; t0), no período seco.

Em EC também não foi observada variação nictemeral e vertical no período chuvoso. A maior concentração ocorreu no período chuvoso de 12,21 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (4,0m; t4). No período seco, foi observada variação horária em t0, t20 e t24, e esta variação foi de 0,0 e 46,54 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (5,0 e 9,0m; 1,2m) 0,0 e 38,84 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (9,0m e 5,0m) e 0,0 85,82 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (0 a 2,5m; 9,0m), respectivamente.

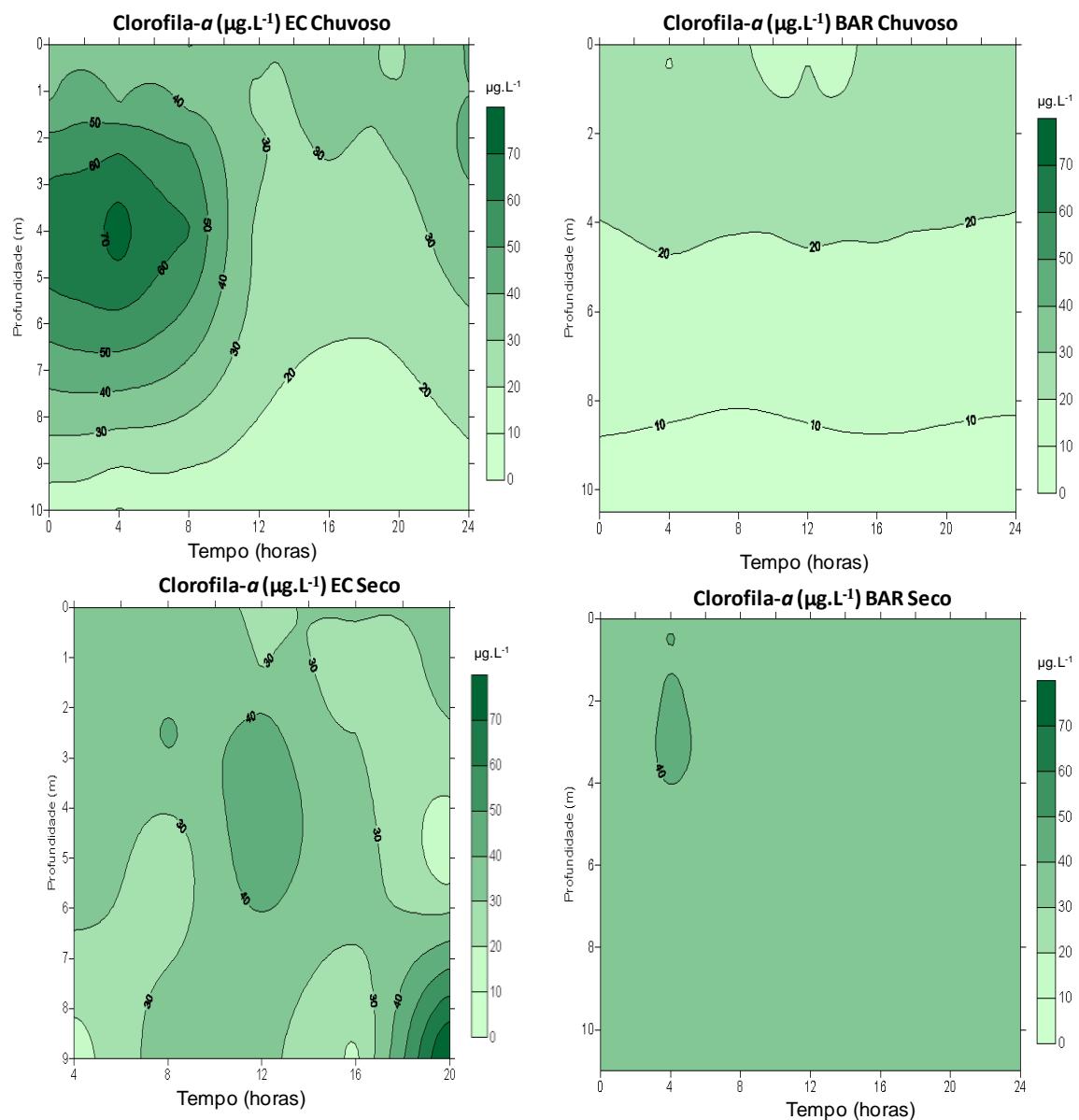


Figura 59: Isolíneas de Clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

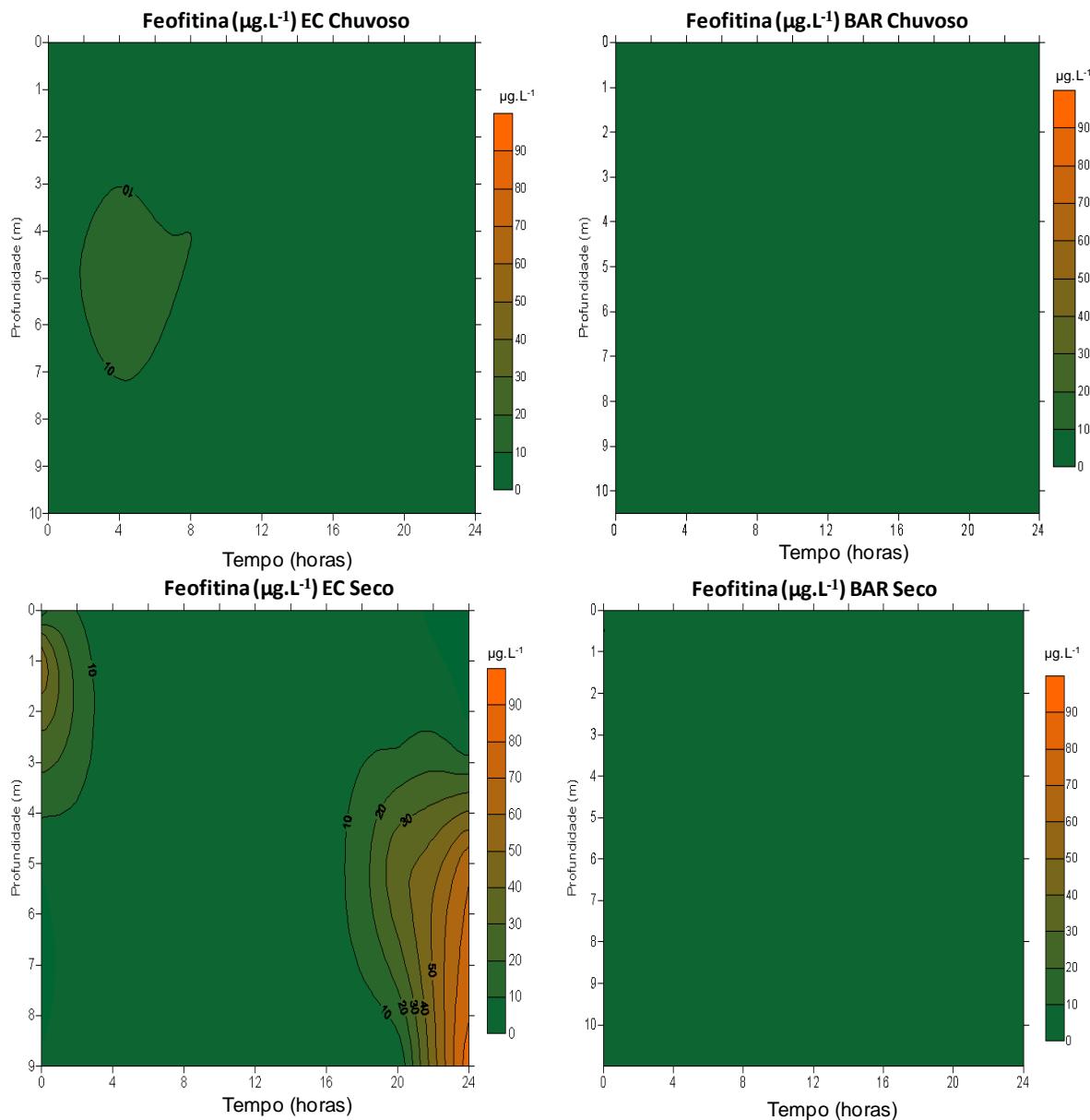


Figura 60: Isolíneas de Feofitina ($\mu\text{g.L}^{-1}$), em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

6.2.8. Cianotoxinas

A concentração de saxitoxina está apresentada na Tabela 23. Foi observada variação horária, no período chuvoso, em EC, variando entre $0,04$ a $0,18 \mu\text{g. L}^{-1}$ as t4, t8 e t16, respectivamente. No período seco não foi observada variação horária, sendo a maior concentração de $0,20 \mu\text{g. L}^{-1}$ (t12 e t24) e a menor $0,16 \mu\text{g. L}^{-1}$ (t8). Em BAR, não foi observada variação nictemeral, mas houve variação sazonal. As concentrações ficaram entre $0,09$ (t_4) e $0,15 \mu\text{g. L}^{-1}$ (t_8 , t_{16} e t_{24}), no período chuvoso e entre $0,17$ (t_{16}) e $0,20 \mu\text{g. L}^{-1}$ (t_0 , t_{20} e t_{24}), no período seco.

Foram realizadas análises de microcistina e cilidrospermopsina, mas as duas toxinas estavam abaixo do limite de detecção do método ($0,02 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Tabela 23: Concentração de Saxitoxina na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) em EC e BAR, nos períodos chuvoso e seco de 2011.

	EC		BAR	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
t0	0,09	0,21	0,10	0,20
t4	0,04	0,19	0,09	0,19
t8	0,04	0,16	0,15	0,14
t12	0,09	0,20	—	0,19
t16	0,18	0,17	0,15	0,17
t20	0,08	0,19	—	0,20
t24	0,11	0,20	0,15	0,20

6.2.9. Análise Estatística

Foi realizada análise de variância multivariada (MANOVA) apenas com as variáveis abióticas para saber se ocorreu variação horizontal (BAR e EC), variação vertical (entre as profundidades), variação nictemeral e sazonal (período chuvoso e seco). Admitindo-se que o nível de corte de probabilidade aceito foi de 5%, assumiu-se que a sazonalidade foi significativa para esse conjunto de dados ($p = 0,059$). Assim, optou-se por analisar as matrizes dos dados abióticos e bióticos em função da diferença entre os períodos chuvoso e seco.

Foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA) sobre os dados dos períodos seco e chuvoso (Tabela 24), com esta análise pode-se hierarquizar as variáveis que melhor explicaram as variações.

Para o período chuvoso, os dois primeiros componentes explicaram juntos 94,8% da variância total dos dados. O primeiro componente (79%) foi composto hierarquicamente por CO_2 livre, HCO_3^- , CO_2 total, alcalinidade e CO_3^{2-} (todas as variáveis com cargas superiores a 0,70). A variável que contribuiu negativamente para esse eixo foi o CO_3^{2-} . O segundo eixo explicou 15,8% da variância, tendo selecionado a relação NID: PTD.

Para o período seco, os três primeiros componentes explicaram juntos 95,4% da variância total dos dados. O primeiro componente (41%) foi composto hierarquicamente por CO_2 livre, CO_3^{2-} (negativamente) e CO_2 total (todas as variáveis com cargas superiores a 0,70). O segundo eixo explicou 28% da variância, tendo selecionado a relação NID: PTD

(negativamente) e a variável fósforo total dissolvido. O terceiro eixo explicou 26% da variância, tendo selecionado as variáveis alcalinidade e HCO_3^- .

Tabela 24: Resultados das análises de componentes principais (PCA) para os grupos dos períodos chuvoso e seco (NID: PTD - Relação Nitrogênio dissolvido : Fósforo dissolvido; CO_3^{2-} - Carbonato; HCO_3^- - Bicarbonato; CO_2 livre- Dióxido de carbono Livre; COT - CO_2 total- Dióxido de carbono Total; PTD - Fósforo total dissolvido.)

Variáveis selecionadas	Carga dos componentes				
	Período Chuvoso		Período Seco		
	Comp 1	Comp 2	Comp 1	Comp 2	Comp 3
NID: PTD	-0.264	0.964	0.124	-0.980	0.007
CO_3^{2-}	-0.960	-0.018	-0.971	-0.023	0.188
Alcalinidade	0.961	0.081	-0.019	0.020	0.970
HCO_3^-	0.970	0.086	0.303	0.055	0.914
CO_2 livre	0.979	0.031	0.982	0.021	-0.121
CO_2 total	0.962	0.047	0.928	0.188	0.037
PTD	*	*	-0.115	0.979	-0.064
Porcentagem (%)	79.006	15.781	41.272	27.972	26.174
Total	94.787		95.418		

*Os resultados da PCA no período chuvoso não incluíram a variável Fósforo total dissolvido.

Na Análise de Correlação Canônica (CCA), de maneira geral, pode-se observar que as variáveis abióticas indicaram maior correlação com os dados bióticos no período chuvoso, se comparada ao período seco (Tabela 25).

No período chuvoso, a análise apontou que a densidade de *Monoraphidium contortum*, a riqueza, a clorofila, o volume celular de *Cylindrospermopsis raciborskii*, o biovolume de *Monoraphidium contortum*, a feoftina, a densidade total de espécies fitoplancônicas e a dominância Simpson são fortemente influenciados pelas concentrações de dióxido de carbono livre e de dióxido de carbono total (correlação de 0,813). As variáveis diversidade Simpson, diversidade de Shannon, uniformidade, densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* e biovolume de *Cylindrospermopsis raciborskii* estiveram relacionadas às variáveis bicarbonato, alcalinidade, NID:PTD. Dentre os dados bióticos avaliados, o volume de celular de *Monoraphidium contortum* parece sofrer menor influência das variáveis abióticas analisadas.

Para o período seco, a análise apontou que a clorofila, a densidade total de espécies fitoplancônicas, a densidade de *Monoraphidium contortum*, a densidade de

Cylindrospermopsis raciborskii, o biovolume de *Monoraphidium contortum* e o biovolume de *Cylindrospermopsis raciborskii* sofreram maior influência da relação NID: PTD. Já a uniformidade, a concentração de feoftina, a diversidade de Shannon e a riqueza tiveram forte relação com a concentração de dióxido de carbono livre. Já o volume celular do *Monoraphidium contortum* e da *Cylindrospermopsis raciborskii* variaram em relação às concentrações de dióxido de carbono total, alcalinidade, bicarbonato e fósforo total dissolvido. Ainda neste período, tanto a dominância, como a diversidade de Simpson não foram influenciadas pelas variáveis abióticas selecionadas na PCA.

Tabela 25: Resultados da Análise de Correlação Canônica (CCA) para os períodos chuvoso e seco.

Estação Chuvosa			Estação Seca		
	Eixo 1	Eixo 2		Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	0,389	0,003	Autovalores	0,056	0,009
Porcentagem	63,460	0,499	Porcentagem	29,736	4,939
Cum. Percentage	63,460	63,959	Cum. Percentage	29,736	34,675
Cum.Constr.Percentage	99,013	99,791	Cum.Constr.Percentage	83,338	97,181
Spec.-env. correlations	0,813	0,383	Spec.-env. correlations	0,626	0,540

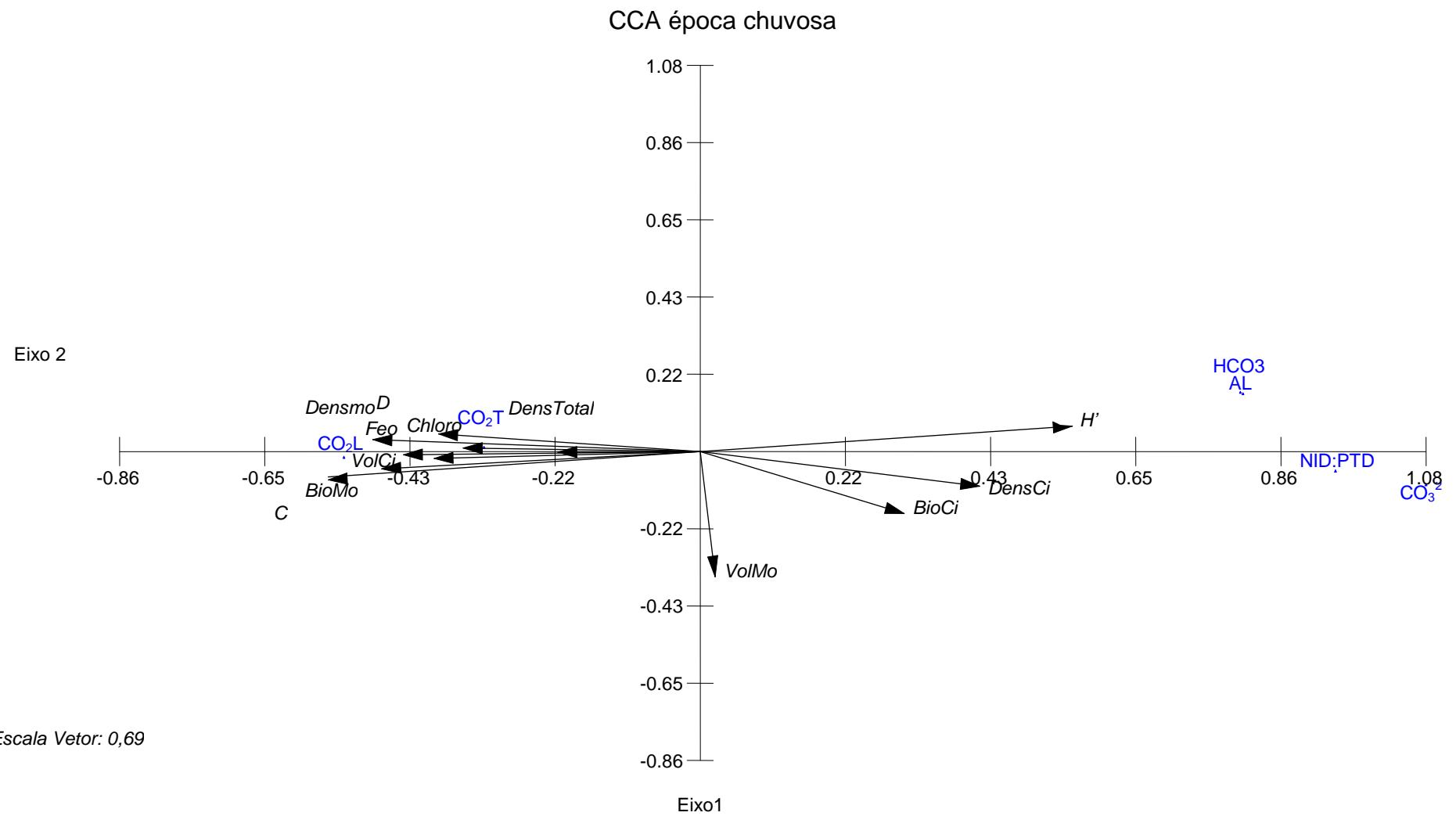


Figura 61: Análise de Correlação Canônica (CCA) no período chuvoso 2011.

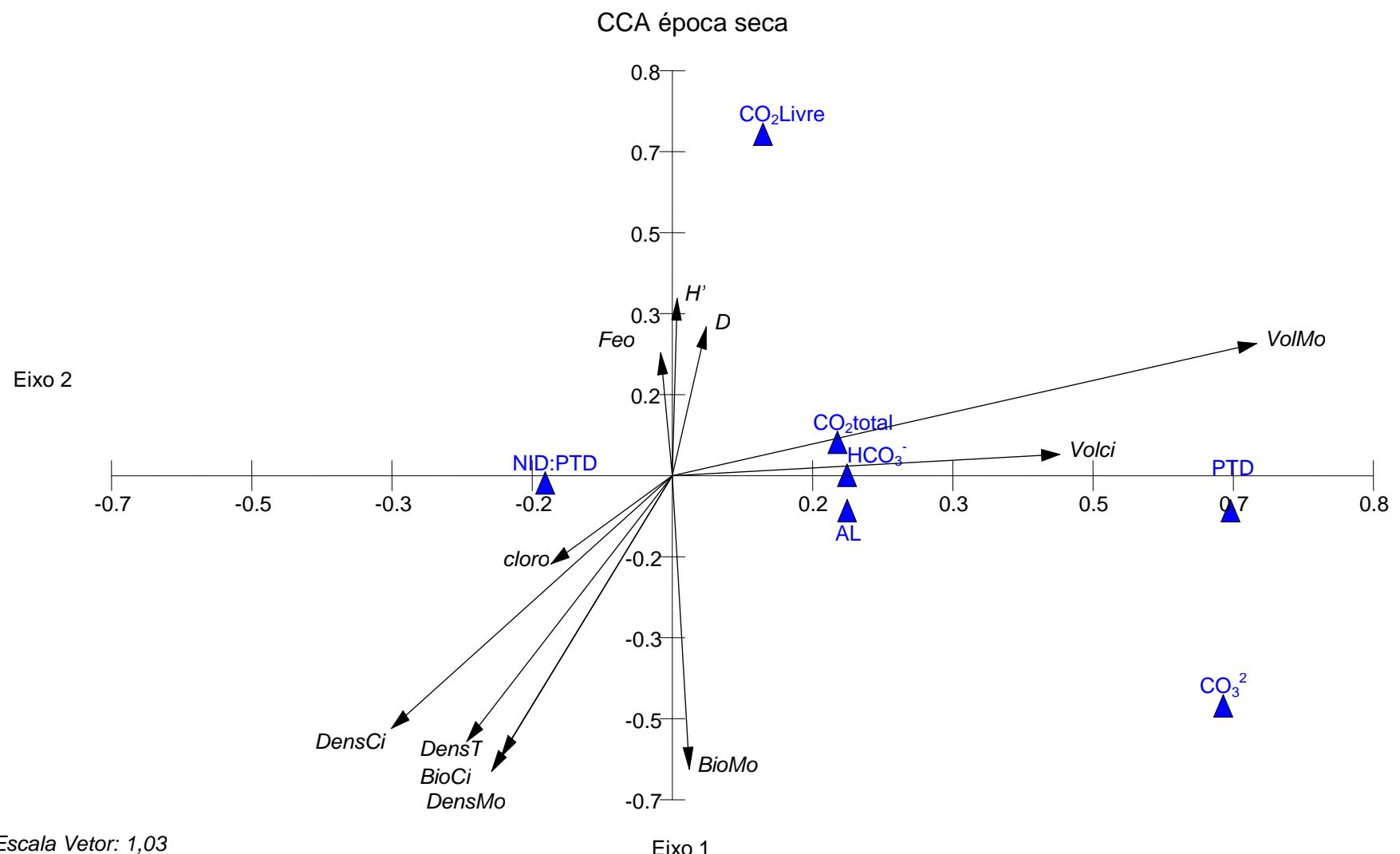


Figura 62: Analise Análise de Correlação Canônica (CCA) no período seco 2011.

7. DISCUSSÃO

Os reservatórios artificiais brasileiros são construídos principalmente para a geração de energia, mas a maioria deles apresenta outros usos. No caso do reservatório de Itupararanga, objeto de estudo do presente trabalho, a principal função é a geração de energia para indústria da Votorantim Metais. Porém, ele também é responsável por regular a vazão do rio Sorocaba, pelo abastecimento público dos municípios de Sorocaba e Votorantim e para a irrigação de hortaliças cultivadas em áreas do seu entorno. Além disso, ocorrem descargas irregulares de efluentes domésticos de residências do entorno e é muito utilizado para lazer, como esportes náuticos, praias artificiais, navegação e pesca.

Estes diversos usos e a ocupação de forma irregular do entorno do reservatório têm levado este sistema a um processo crescente de eutofização, resultando na redução dos seus usos e, consequentemente, podendo levar a problemas maiores como o de saúde pública.

Os reservatórios artificiais são sistemas que apresentam, do ponto de vista hidrodinâmico, características horizontais, semelhantes a rios, e verticais, semelhantes a lagos. Estas características seguem ao longo do contínuo fluvial em direção a barragem gerando diferenças nas propriedades físicas, químicas e biológicas da água do reservatório.

Segundo Thornton et al. (1990), de acordo com esta característica hidrodinâmica, os reservatórios podem ser divididos em três regiões diferentes. A primeira região é chamada de zona de rio, na qual tem-se a entrada do principal rio formador do reservatório (neste caso, rio Sorocaba), e consequentemente alta turbulência e transporte de nutrientes e partículas, o que aumenta a turbidez da coluna de água e diminui a produção primária. A segunda região é conhecida como zona de transição (neste caso, representada pelo EC), caracterizada pela maior sedimentação das partículas, decorrente da diminuição da turbulência, e, portanto, maior penetração da radiação solar na coluna de água.

Por último, tem-se a zona lacustre (neste caso, representada pelo BAR), que devido a proximidade com a barragem, sofre influência do seu funcionamento, da ação dos ventos e ocorre maior sedimentação, com isto diminuindo a disponibilidade de nutrientes, interferindo no crescimento da comunidade fitoplancônica.

Cunha (2012) estudou o reservatório de Itupararanga em escala espacial (13 pontos de amostragem, nos sistemas lêntico e lótico) e temporal (6 períodos distintos) de dezembro de 2009 a julho 2010. O autor, em sua pesquisa, conseguiu observar a compartmentalização proposta por Thornton et al. (1990) no reservatório de Itupararanga, identificando as zonas fluvial, de transição e lacustre. Seguindo a classificação observada

pelo autor, os pontos de coleta do presente trabalho localizam-se um deles na zona de transição (EC) e outro, na zona lacustre (BAR).

Cunha (op. cit.) também classificou o reservatório como polimítico, sendo observada nos períodos chuvosos estratificação e no período seco circulação da coluna de água. Este mesmo padrão foi observado na presente pesquisa.

O estudo da estrutura e função da comunidade fitoplanctônica em reservatórios, em diferentes escalas temporais, é de extrema importância, pois estes organismos são responsáveis pela produção primária, ou seja, são a base da cadeia alimentar dos ambientes aquáticos, exercendo assim grande importância no metabolismo destes sistemas.

A partir dos resultados obtidos por Cunha (2012), optou-se por trabalhar, nesta pesquisa, com abordagem em diferentes escalas temporais (sazonal, diária, nictemeral), pois sabe-se que as mudanças da comunidade fitoplanctônica podem ocorrer em escalas menores, ou seja, seu tempo de geração, que é de aproximadamente 24 horas.

Como muitos trabalhos sobre a variabilidade da comunidade fitoplanctônica aborda apenas as amostragens sazonais, o presente estudo buscou estudar a variação da comunidade em escala de dias (variação em 10 dias consecutivos) e em escala horária (variação nictemeral).

Muitos trabalhos sobre modelos planctônicos abordam escalas de tempo sazonal e segundo Harris (1980), é importante avaliar escalas menores de tempo, como de alguns dias, pois os ambientes aquáticos passam por períodos de perturbação curtos e que influenciam a estrutura da comunidade.

Conell (1978) propôs a Hipótese do Distúrbio Intermediário (HDI), para explicar a alta diversidade de espécies em ambientes naturais abertos (recifes de corais e florestas tropicais). O autor percebeu que nestes ambientes ocorrem perturbações intermediárias que não permitem a dominância de uma única espécie, e com isso não é observada a exclusão competitiva o que leva a comunidade a apresentar alta diversidade.

Na presente pesquisa, foi avaliada a estrutura da comunidade em escalas menores de tempo, nictemeral e diária. Através da análise estatística ANOVA pôde-se observar que o reservatório de Itupararanga apresentou, no período estudado, variação sazonal significativa ($p>0,005$) para a maioria das variáveis analisadas. Entretanto, não houve variação significativa, para a maioria das variáveis, na escala diária e nictemeral.

Como não houve variações significativas na escala diária e nictemeral, para os dados abióticos e para a estrutura da comunidade, não foi possível observar a HDI, proposta por Conell, no reservatório de Itupararanga.

Segundo Sommer et al. (1993) podemos considerar na prática o ambiente esta em estado de equilíbrio quando (i) 1, 2 ou mais espécies organismos fitoplanctônicos

contribuem com mais de 80 % do total de biomassa, (ii) sua existência ou coexistência deve persistir por mais de 1-2 semanas e (iii) durante este período o total de biomassa não deve aumentar significativamente.

De acordo com os autores acima e com os dados estatísticos podemos considerar o reservatório de Itupararanga, no período estudado, totalmente estável. Nos dois períodos estudados (chuoso e seco) temos a biomassa de *Monoraphidium contortum* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, contribuindo com mais de 80% do total de biomassa fitoplanctônica, estes organismos coexistem e permanecem, nos 10 dias amostrados, sem alterar sua densidade e, corroborando com a hipótese de Sommer et al.

Calijuri e Dos Santos (1996) estudaram o Reservatório de Barra Bonita (SP) durante 10 dias consecutivos, e em dois períodos, verão e inverno. Os autores observaram que durante o verão o Reservatório esteve em estado de equilíbrio, pois houve estabilidade da coluna de água e menor diversidade de espécies, sendo que a *Microcystis aeruginosa* foi à espécie dominante. Enquanto que no inverno ocorreu estado de não-equilíbrio, pois houve instabilidade da coluna de água e uma maior diversidade de espécies, sem dominância espécies.

Muitos trabalhos descrevem a comunidade fitoplanctônica em reservatórios brasileiros, porém poucos trabalhos sobre o tema foram publicados para o de Itupararanga. Cunha e Calijuri (2011) avaliram a variação sazonal dos grupos fitoplanctônicos, em quatro braços com interferência antrópica no reservatório de Itupararanga. Os autores encontraram alta diversidade de grupos fitoplanctônicos (23 grupos funcionais), a qual associaram a instabilidade da coluna de água, pois os pontos amostrados estavam próximo à desembocadura dos córregos.

Cunha (2012) também avaliou a estrutura da comunidade fitoplanctônica nos diferentes compartimentos do reservatório de Itupararanga e propôs que a co-limitação de nutrientes, a disponibilidade de radiação (diferente entre os compartimentos do reservatório), o tempo de residência da água, os períodos de estratificação e de mistura da coluna de água, o regime de fluxo, a herbivoria do zooplâncton e a presença de macrófitas contribuiram para controlar a comunidade fitoplanctônica.

O autor observou elevada diversidade de espécies fitoplanctônicas ($4,3 \text{ bits.ind}^{-1}$), principalmente nos braços. Apesar da grande diversidade de espécies (índice de Shannon-Weaver), o autor observou, no eixo central, a elevada contribuição de apenas duas espécies fitoplanctônicas, a Chlorophyceae *Monoraphidium contortum* e a Cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Em 2011, no período desta pesquisa, não foi observada elevada diversidade de espécie como observado por Cunha (op. cit.), o índice de diversidade de Shannon-Weaver

esteve entre 1,48 e 2,23 bits.ind-1. Margalef (1972) propôs que índices maiores que 2,5 indicam alta diversidade fitoplanctônica. Comparativamente esta diversidade foi menor, pois Cunha (2012) availou a estrutura da comunidade fitoplancônica também nos braços, os quais sofrem influência do lançamento de esgoto e poluição difusa.

As espécies fitoplancônicas, *M. contortum* e *C. raciborskii*, também apresentaram contribuição significativa na presente pesquisa, sendo encontradas principalmente no período chuvoso e seco, respectivamente.

Em comparação a outros reservatórios brasileiros, as densidades observadas no reservatório de Itupararanga são semelhantes a obtidas em outros ambientes meso e eutróficos. Bouvy et al. (2000) encontraram densidades entre 3×10^4 a 3×10^9 cel.L⁻¹ em 39 reservatórios no estado de Pernambuco, sendo que em 80% dos reservatórios foi observada dominância de *C. raciborskii*. Calijuri et al. (2002) observaram no reservatório eutrófico de Barra Bonita (SP) densidade fitoplancônica entre $1,8 \times 10^9$ a $14,2 \times 10^9$ ind.L⁻¹. Tucci e Sant'Anna (2003) encontraram densidade fitoplancônica máxima de $90,8 \times 10^3$ ind.mL⁻¹, no Lago das Garças (SP), reservatório eutrófico. No reservatório eutrófico Foz do Areia (PR), Silva et al. (2005), observaram densidade média de $1,2 \times 10^3$ ind.mL⁻¹. No reservatório Mundau (PE), Moura et al. (2007) encontraram densidade fitoplancônica variando entre $3,62 \times 10^7$ a $1,82 \times 10^8$ ind.L⁻¹, com dominância de Cianobactérias (*Cylindrospermopsis raciborskii*). Cunha (2012), no reservatório de Itupararanga (SP), classificado como mesoeutrófico, encontrou valores médios de $15,5 \times 10^3$ ind.mL⁻¹.

O reservatório de Itupararanga, em 2011, apresentou densidade fitoplacntônica total média de $43,0 \times 10^3$ ind.mL⁻¹, e houve predomínio de *C. raciborskii* no período de seca.

Rangel et al. (2012), estudando um lago raso tropical, observaram que a estratificação térmica da coluna de água, tanto no período chuvoso como no seco, favoreceu a distribuição heterogênea vertical da biomassa de fitoplâncton. No presente trabalho, a distribuição vertical da biomassa fitoplancônica foi homogênea nos dois períodos amostrados (chuvoso e seco), independentemente da estratificação térmica (período chuvoso). No entanto, a dominância foi diferente entre os dois períodos, sendo que no período chuvoso houve dominância de *Monoraphidium contortum*, e no seco, dominância de *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Embora esperava-se obter resultado contrário, ou seja, a dominância da Cianobactéria em períodos de estratificação térmica da coluna de água devido à presença de aerótopos, a Chlorophyceae que dominou no período chuvoso tem volume celular (1,18 a $6,91 \mu\text{m}^3$) menor se comparado à Cianobactéria (176,43 a $1.147,41 \mu\text{m}^3$), facilitando sua permanência nas camadas superiores da coluna de água.

Em muitos trabalhos observa-se o crescente predomínio de *Cylindrospermopsis raciborskii* em águas doces temperadas e tropicais (Bicudo e Menezes, 2006). De acordo com as novas classificações funcionais, ainda muito discutidas, para Reynolds et al. (2002) e Padisák et al. (2009), a *C. raciborskii* está classificada no grupo Sn, ou seja, no grupo em que as espécies habitam águas bem misturadas e quentes, sendo tolerante a baixas concentrações de nitrogênio e radiação solar e podem ser sensíveis ao funcionamento da barragem, com a remoção das células pelo aumento do fluxo de água.

Segundo Padisák (1997), o sucesso ecológico da *Cylindrospermopsis raciborskii* está relacionado com capacidade de migração na coluna de água, de suportar baixa radiação solar, de estocar fósforo, pela afinidade por amônia e fósforo, pela presença de heterócito e acinetos, resistência a herbivoria e sobrevivência em condições salinas. No reservatório de Itupararanga, não houve relação com nenhum destes fatores, exceto com a herbivoria, que será discutido mais adiante.

Tucci e Sant'Anna (2003), no Lago das Garças-SP, observaram que a alta densidade de *C. raciborskii* estava relacionada com a tolerância a baixa luminosidade, afinidade com amônia, estratificação térmica e baixa zona de mistura. Os autores não observaram a presença de heteróctitos nos tricomas, já que o reservatório não apresentava limitação de nitrogênio, e, em períodos de baixa temperatura e mistura da coluna de água, não houve presença desta Cianobactéria.

Este fato não foi observado no presente trabalho, pois a *C. raciborskii* esteve presente em períodos de altas temperaturas e estratificação térmica, e em maior densidade, nos períodos de mistura e baixas temperaturas. Foi observado presença de heteróctitos na maioria dos tricomas, mesmo apresentando altas relações N:P, ou seja, provavelmente sem limitação de nitrogênio no reservatório.

Soares et al. (2009), semelhante ao que foi encontrado no presente trabalho, também observaram a presença de *C. raciborskii* nos períodos de mistura da coluna de água. No entanto, os autores não observaram a presença de heteróctitos, fato este associado a não existência de limitação por nitrogênio. No presente trabalho, embora não tenha sido detectada limitação por nitrogênio, *C. raciborskii* apresentou heteróctitos em seus tricomas. Fato este também observado para outras Cianobactérias observadas neste reservatório, como *Anabaena circinales*, *A. solitaria* e *A. viguieri*. A formação de heteróctito no reservatório de Itupararanga não está relacionada apenas com a limitação de nitrogênio.

Foram observadas altas relações entre nutrientes totais (NT:PT) e dissolvidos (NID:PTD), no reservatório de Itupararanga, tanto no período chuvoso como no período seco. No período chuvoso, a relação NT:PT esteve entre 13:1 e 119:1, em EC; e entre 26:1

e 90:1, em BAR. No período seco, a relação NT:PT esteve entre 27:1 e 142:1, em EC; e entre 32:1 e 108:1, em BAR.

Cunha e Calijuri (2011) encontraram, no reservatório de Itupararanga, valores da relação NT:PT entre 11:1 a 35:1. As concentrações de NT, encontradas pelos autores não foram maiores que 1000 mgL⁻¹ e as concentrações de PT diminuíram na zona de rio (72,7 a 77,9 mg.L⁻¹) em direção a barragem (21,8 a 36,9 µg.L⁻¹).

De acordo com Kim et al. (2007), a relação N:P é determinante nas florações de Cianobactérias, e a partir de bioensaios realizados com adição de nitrogênio e fósforo na comunidade fitoplanctônica, os autores observaram que, com a diminuição (entre 4:1 e 30:1) da relação N:P houve aumento no crescimento das Cianobactérias (*Aphanozomenon* e *Microsystis*). Porém, os autores afirmaram que outros fatores, como temperatura e radiação solar, também interferem no crescimento das cianobactérias em ambientes eutrofizados. Em ensaios com cepas de *C. raciborskii*, isoladas do reservatório de Itupararangade, Vargas (2012) observou que em experimentos com a menor relação NT:PT estudada (28:1) não houve deficiência no seu crescimento quando em interação com *Monoraphidium contortum*.

Kenesi et al. (2009) declararam que *C. raciborskii* é capaz de crescer mais rápido e manter alta biomassa em ambientes com limitação de fósforo se houver disponibilidade de amônia ou nitrato. No reservatório de Itupararanga foi observado limitação de fósforo, pois este nutriente estava presente em baixas concentrações nos dois períodos estudados, com disponibilidade de nitrato, principalmente no período seco, corroborando a hipótese de Kenesi et al. (op. cit.).

Briand et al. (2004) discutiram outros fatores importantes no estudo das Cianobactérias, principalmente de *C. raciborskii*, que são a plasticidade ecofisiológica e a existência de ecótipos com diferentes preferências ambientais e limites de tolerância. Ressalta-se a pesquisa de Vargas (2012) que isolou cinco cepas com morfologias diferentes de *C. raciborskii*, do reservatório de Itupararanga, sendo que destas duas mostraram-se produtoras de saxitoxina.

Segundo os mesmos autores e também Bonilla et al. (2012), *C. raciborskii* é tolerante à ampla faixa de variação climática, desde temperado até tropical. Muitos estudos sugerem que a faixa de temperatura ótima para esta Cianobactéria é de 25 a 35°C (BRIAND et al., 2004; MEHNERT et al., 2010), porém Everson et al. (2011) conseguiram alta biomassa desta espécie em lagos subtropicais a 19°C. Para Bonila et al. (2012), a plasticidade fenotípica da *C. raciborskii* pode explicar sua expansão em ambientes temperados e tropicais.

Os ambientes aquáticos apresentam variações constantes de radiação solar e na concentração de nutrientes que influenciam o crescimento e a estrutura da comunidade

fitoplânctonica, pois estes organismos apresentam tempo de vida curto respondendo rapidamente a estas mudanças. Para Piersma e Drent (2003) e Litchman (2010), a ocorrência de *C. raciborskii* com fenótipos que apresentam plasticidades diferentes representa uma vantagem para estes organismos em aumentar seu potencial invasivo. Corroborando com estes autores, Kokociński et al. (2010) afirmaram que devido a esta plasticidade, *C. raciborskii* apresenta grande potencial para coexistir com outras espécies e ocupar diferentes ambientes.

Sperfeld et al. (2010) fizeram experimentos com uma comunidade fitoplânctonica composta por Bacillariophyceae (*Navicula pelliculosa*, *Asterionella formosa*), Chlorophyceae (*Scenedesmus obliquus*, *Ankistrodesmus gracilis*, *Oocystis marsonii*, *Monoraphidium minutum*, *Chlamydomonas reinhardtii*, *Chlorella vulgaris*) e Cianobactéria (*Anabaena flos-aquae*, *Planktothrix agardhii*), colocando cepas de *C. raciborskii* como espécie invasora neste ambiente. Com isto, os autores conseguiram demonstrar que a invasão e o sucesso de *C. raciborskii* não foram afetados pela diversidade da comunidade fitoplânctonica existente no experimento.

O mesmo foi observado por Vargas (2012), que também realizou experimentos com *C. raciborskii* competindo com Chlorophyceae *Monoraphidium contortum*, simulando ambientes com diferentes graus de trofia. A autora concluiu que *C. raciborskii* não sofreu inibição em seu crescimento com a presença de *M. contortum*, mesmo com alterações no grau de trofia.

Segundo a mesma autora, outra estratégia apresentada pela *C. raciborskii* é a redução de volume celular, que ocorre principalmente em condições oligotróficas. O menor volume celular facilita absorção de nutrientes devido ao aumento da relação área/volume celular. No presente trabalho, esta estratégia foi observada no período chuvoso, quando menores concentrações de nutrientes coincidiram com menor volume celular da *C. raciborskii*, mesmo o reservatório de Itupararanga sendo classificado como mesotrófico.

O período chuvoso em que o presente trabalho foi realizado caracterizou-se por condições ambientais mais limitantes em relação às concentrações de algumas formas de fósforo e também de estabilidade da coluna de água, se comparado ao período seco. No período chuvoso, ocorreram estratificações térmicas da coluna de água e menores concentrações de ortofosfato, que podem ter resultado na diminuição do tamanho das células de *C. raciborskii*. A diminuição do volume celular, provavelmente, contribuiu para seu crescimento mais rápido, maior absorção de nutrientes e aumento da flutuabilidade destes organismos. Enquanto que no período seco, os tricomas maiores puderam resistir ao transporte pela coluna de água tubulenta, além da maior disponibilidade de ortofosfato. Este

fato corrobora a hipótese da plasticidade fenotípica presente em *C. raciborskii* (BRIAND et al., 2004).

No período seco, no reservatório de Itupararanga, foi observada a coexistência das duas espécies estudadas por Vargas (op. cit.), *C. raciborskii* e *Monoraphidium contortum*, corroborando com Sperfeld et al. (2010), de que esta Cianobactéria apresenta potencial de coexistir com outras espécies.

A Chlorophyceae *M. contortum* pertence ao códon X1, segundo a classificação de Reynolds et al. (2002) e Padisák et al. (2009). Ela é encontrada em ambientes quentes, rasos, meso-eutróficos e com coluna de água misturada, porém são tolerantes a estratificações. No presente trabalho, esta espécie apresentou maior contribuição para a comunidade fitoplancônica no período chuvoso, quando as temperaturas da coluna de água estiveram mais altas e com estratificação da coluna de água.

Corroborando os autores, Vargas (2012) observou em seus experimentos que a espécie *M. contortum* apresentou melhor desempenho no seu crescimento em ambiente eutrofizado. Esta espécie também pode ser considerada como competidora (C-estrategista), segundo a classificação de Reynolds (1988), devido ao seu tamanho pequeno, com alta relação de área/volume, alta atividade metabólica e preferência por ambientes ricos em nutrientes e grande disponibilidade de luz, conseguindo competir e excluir outras espécies.

Concomitantemente com o presente trabalho, também foi analisada a comunidade zooplancônica no reservatório de Itupararanga por Giron (2013). A autora observou nos pontos de coleta localizado no eixo central e próximo à barragem, no período chuvoso, dominância dos grupos zooplancônicos Chaoborus, nos dois pontos, e de Cladocera (*Bosmina freyi*), na Barragem e Copepoda no eixo central. No período seco houve dominância de *B. freyi* nos dois pontos estudados.

Segundo Giron (2013), dominância de espécies de pequeno porte, como o grupo cladocera, pode estar relacionada com a presença de cianotoxinas, já que estes organismos são sensíveis às cianotoxinas (FERRÃO-FILHO; AZEVEDO e DEMOTT, 2000).

Segundo Ferrão-Filho et al. (2008; 2009), as saxitoxinas podem causar perda ou diminuição da capacidade natatória em cladóceros e Copepodes, no entanto, os Copepodes podem ter este efeito diminuído por serem capazes de diferenciar as cepas tóxicas e não-tóxicas (DEMOTT e MOXTER, 1991). Giron (2013) não observou esta influência, pois as maiores densidades de Cladocera e Copepoda coincidiram com as maiores densidades de *C. raciborskii* (período seco).

Magalhães (2014) realizou experimentos de herbivoria utilizando os organismos dominantes no reservatório de Itupararanga em 2011. A autora esperava que o cladocera *B. freyi* tivesse preferência em se alimentar da Chlorophyceae *M. contortum*, por causa do seu

volume e valor nutritivo. No entanto não foi observada esta preferência, pois na sua pesquisa a autora observou que a *B. freyi* se alimentou mais de *C.raciborskii* do que de *M.contortum*, mesmo quando foram oferecidas cepas tóxicas de *C.raciborskii*. Outro fato interessante, observado pela autora, foi que a *B. freyi* parece ter a capacidade de cortar filamentos da *C.raciborskii*, diminuindo assim o tamanho do filamento o que facilitou a ingestão da mesma.

Outro fato interessante observado por Magalhães (op. cit.) foi que quando foi oferecido cepas tóxicas e não tóxicas de *C. raciborskii* a *B. freyi*, alimentou-se preferencialmente de cepas não tóxicas. Em outro experimento, a autora, selecionou cepas de *C. raciborskii* do tamanho das cepas de *M. contortum* e neste caso a *B. freyi* não teve preferência entre os organismos, se alimentando tanto de *M. contortum* como de *C. raciborskii*. Com estas observações, a autora concluiu que *B. freyi* não apresenta impacto negativo na população de *M. contortum*, o que justificaria o aumento da densidade de *C. raciborskii*, no período seco.

Diferentemente dos cladoceros, os Copepodes preferem se alimentar de Chlorophyceae. Alguns estudos observaram que na fase adulta eles também podem se alimentar de Cianobactérias (BOUVY et al., 2001; PANOSO et al., 2003, HAMBRIGHT et al., 2007; KÂ et al., 2012; HONG et al., 2013; BOLLENS et al., 2013). Na pesquisa realizada por Giron (2013), foi observado que os Copepodes presentes no reservatório de Itupararanga são, na sua maioria, formas imaturas, ou seja, náuplios e copepoditos. Não foram encontrados trabalhos de herbivoria com as fases imaturas de Copepodes, assim não sendo possível afirmar que organismos nestas fases possam se alimentar de Cianobactérias. Porém no período seco, Giron (op. cit.) observou o aumento da população de Copepodes e de *B. freyi*, o que pode estar relacionado com a redução da densidade de *M. contortum*, neste período, pois os Copepodes podem estar se alimentando somente da Chlorophyceae.

As Cianobactérias apresentam grande interesse em estudos em águas de abastecimento, pois estas podem apresentar toxinas, conhecidas como cianotoxinas, que causam intoxicações que podem ser desde irritações na pele até afetar o sistema nervoso e o fígado levando a morte. Existem vários casos de intoxicação por cianotoxinas no Brasil. Destes casos dois foram mais divulgados por terem ocorridos em clínicas de hemodiálise, em 1996 em Caruaru (Pernambuco) e em 2001 no Rio de Janeiro (CARMICHAEL et al., 2001; SOARES, 2009).

Com casos como esses ocorrendo de maneira ampla, iniciou-se uma preocupação mundial quanto aos riscos impostos pela ocorrência de Cianobactérias em corpos de água utilizados para o abastecimento público e a criação de legislações específicas para o

controle da qualidade da água, incluindo o monitoramento de cianotoxinas. O Brasil foi o primeiro país a estabelecer legislação específica que inclui o monitoramento de Cianobactéria e cianotoxinas no controle da qualidade de água (Portaria MS N° 518/2004), porém nenhuma legislação só apresentava limites para a concentração de microcistina.

Em 2011 esta portaria foi substituída pela Portaria MS N° 2. 914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Esta portaria estabelece que quando a densidade de Cianobactérias exceder a $20.000\text{ células.mL}^{-1}$ deve-se fazer análise da água e limite máximo permitido de toxinas, sendo de $1\mu\text{g.L}^{-1}$ de cilindrospermopsina e microcistina, e $3\mu\text{g.L}^{-1}$ de saxitoxina (BRASIL, 2011).

Nos períodos estudados, foram observadas densidades de Cianobactérias superior a $20.000\text{ células.mL}^{-1}$, principalmente no período seco, porém não foram detectadas a presença de microcistina e cilindrospermopsina, mas foram observadas concentrações de saxitoxina (entre $0,04$ e $0,21\text{ }\mu\text{g.L}^{-1}$), porém abaixo do limite permitido pela Portaria de $3\mu\text{g.L}^{-1}$ de saxitoxina.

Casali et al. (no prelo), avaliaram a dinâmica das concentrações de saxitoxina no reservatório de Itupararanga. Os autores observaram que as maiores concentrações de saxitoxina na coluna de água ocorreram durante as maiores densidades de *C. raciborskii* e este fato esteve associado a maior disponibilidade de nutrientes dissolvidos.

Segundo os relatórios da CETESB (2011) o reservatório de Itupararanga está em processo de eutrofização, e a disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, favorecem o crescimento das Cianobactérias *C. raciborskii* e consequentemente a maior produção de saxitoxinas. Portanto torna-se essencial a realização de um plano de manejo sustentável na bacia hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê para garantir a qualidade da água utilizada pela população do entorno do reservatório de Itupararanga.

De acordo com o discutido, torna-se essencial a realização de um plano de manejo na Bacia Hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê. A intensa degradação ambiental em torno do reservatório de Itupararanga está interferindo na qualidade da água do local, intensificando o processo de eutrofização, e consequentemente o aumento de Cianobactérias potencialmente tóxicas, que comprometem a utilização do reservatório para recreação e abastecimento público.

8. CONCLUSÃO

Considerando os dados de precipitação e temperatura, pode-se concluir que a presente pesquisa conseguiu abranger dois períodos distintos, sendo um período quente e chuvoso, e outro período frio e seco. A maior precipitação resultou em valores de vazão mais altos e consequentemente menores tempo de detenção hidráulico, porém, estes não interferiram na estrutura da comunidade fitoplactônica. Partindo destas condições, as conclusões sobre a variabilidade temporal e heterogeneidade da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Itupararanga foram:

- I. Durante o período estudado, o reservatório de Itupararanga pode ser classificado como polimítico, pois apresentou no período chuvoso estratificação térmica e no período seco circulação da coluna de água.
- II. Através da análise estatística ANOVA, pôde-se observar que o reservatório de Itupararanga apresentou, no período estudado, variação sazonal significativa ($p>0,005$) da estrutura da comunidade fitoplancônica, porém não foram observadas variações nas escalas diária e nictemeral.
- III. O reservatório de Itupararanga é um ambiente estável, no período estudado, pois a biomassa de *Monoraphidium contortum* e de *Cylindrospermopsis raciborskii* contribuiu com mais de 80% do total de biomassa fitoplancônica, e estes organismos permanecem no reservatório nos períodos amostrado, sem alterar sua densidade.
- IV. Não foi observada elevada diversidade de espécies fitoplancônicas no reservatório de Itupararanga, o índice de diversidade de Shannon-Weaver esteve entre 1,48 e 2,23 bits.ind⁻¹. Este fato ocorreu, provavelmente, a dominância de duas espécies fitoplancônicas, *Monoraphidium contortum* e *Cylindrospermopsis raciborskii*.
- V. No presente trabalho, não foi observada distribuição vertical da biomassa fitoplancônica nos dois períodos amostrados (chuvoso e seco), independentemente da estrutura térmica da coluna de água. Porém, foi observada alternância de dominância entre os dois períodos, sendo que no período chuvoso houve dominância de *Monoraphidium contortum*, e no seco, dominância de *Cylindrospermopsis raciborskii*.

- VI. Esperava-se encontrar dominância da Cianobactéria *C. raciborskii* em períodos de estratificação térmica da coluna de água, devido à presença de aerótopos, no entanto houve dominância da Chlorophyceae *M. contortum*. Isto pode ter ocorrido pois a mesma apresentou volume celular ($1,18$ a $6,91 \mu\text{m}^3$) menor quando comparada a Cianobactéria ($176,43$ a $1.147,41 \mu\text{m}^3$), o que pode ter facilitado sua permanência nas camadas superiores da coluna de água.
- VII. O período chuvoso foi caracterizado por condições ambientais mais limitantes em relação às concentrações de fósforo e pela estabilidade da coluna de água, quando comparado ao período seco. Neste período foram observadas estratificações térmicas da coluna de água e menores concentrações de ortofosfato, que favoreceram a diminuição do tamanho das células de *Cylindrospermopsis raciborskii* que contribuiu para um crescimento mais rápido, maior absorção de nutrientes e aumento da flutuabilidade destes organismos. Enquanto que no período seco, os tricomas maiores puderam resistir ao transporte pela coluna de água turbulenta, além da maior disponibilidade de ortofosfato.
- VIII. Altas relações entre nutrientes totais (NT:PT) e dissolvidos (NID:PTD), foram observadas no reservatório de Itupararanga, tanto no período chuvoso como no período seco, com isso não houve limitação de nitrogênio no reservatório. Porém, foi observada a presença de heterócitos na maioria dos tricomas das Cianobactérias encontradas (*C. raciborskii* e *Anabaena circinalis*, *A. solitaria* e *A. viguieri*).
- IX. Com base nas relações de NT:PT e NID:PTD, foi observada a limitação por fósforo, porém havia disponibilidade de nitrato, principalmente no período seco, o que favoreceu o crescimento da *C. raciborskii*.
- X. A *C. raciborskii* apresenta amplo limite de tolerância ambiental, podendo sobreviver desde ambientes temperados a tropicais. Isto ocorre devido a sua plasticidade ecofisiológica e a existência de ecótipos diferentes. No presente estudo, foi observado *C. raciborskii* nos dois períodos estudados, com a maior densidade ocorrendo no período seco e instabilidade da coluna de água. No entanto, torna-se essencial o estudo molecular destes indivíduos, para poder constatar se há diferentes ecótipos de *C. raciborskii* no reservatório de Itupararanga, podendo assim avaliar quais os fatores que estão influenciando no seu crescimento.

- XI. Nos períodos estudados, foram observadas densidades de Cianobactérias superior a 20.000 células.mL⁻¹, mas não foram detectadas a presença de microcistina e cílindrospermopsina e as concentrações de saxitoxina estiveram abaixo do limite permitido pela Portaria (3µg.L⁻¹).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER R.; IMBERGER, J. (2009) Spatial distribution of motile phytoplankton in a stratified reservoir: the physical controls on patch formation. *Journal of Plankton Research*, v.31, p. 101-118.
- ANAGNOSTIDIS, K.; KOMARÉK, J. (1986). Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 2 – Chroococcales. *Algological Studies*, v. 73, p. 157-226.
- ANAGNOSTIDIS, K.; KOMARÉK, J. (1988). Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3 – Oscillatoriales. *Algological Studies* 50-53: 327-472
- ANAGNOSTIDIS, K.; KOMARÉK, J. (1989). Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4 – Nostocales. *Algological Studies*, v. 82, p. 247-345.
- APHA – American Public Health Association (2005). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 25h edition. Washington.
- BECKER, V.; HUSZAR, V.L. M., CROSSETTI, L. O. (2009). Responses of phytoplankton functional groups to the mixing regime in a deep subtropical reservoir. *Hydrobiologia*, v.628, p.137-151.
- BERRY, J.P.; LIND, O. (2010) First evidence of “paralytic shellfish toxins” and cylindrospermopsin in a Mexican freshwater system, Lago Catemaco, and apparent bioaccumulation of the toxins in “tegogolo”snails (*Pomacea patula catemacensis*). *Toxicon*, v. 55, p. 930-938.
- BICUDO, C.E.M. e MENEZES, M. 2006. *Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. Ed. Rima, 489p.
- BOLLENS, G.R.; GONZALEZ, A.; ZIMMERMAN, J.; LEE, T.; EMERSON, J. (2013). Feeding dynamics of the copepod *Diacyclops thomasi* before, during and following filamentous cyanobacteria blooms in a large, shallow temperate lake. *Hydrobiologia*, v. 705, p.101–118.
- BONILLA S, A.L.; SOARES, M.C.; GONZALEZ-PIANA M.; FABRE A.; HUSZAR, V.L.; LÜRLING, M.; ANTONIADES, D.; PADISAK, J.; KRUK, C. (2012) What drives the distribution of the bloom forming cyanobacteria *Planktothrix agardhii* and *Cylindrospermopsis raciborskii*? *FEMS Microbiology and Ecology*, v. 79, p. 594–607.
- BORGES; P.A.F.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. (2008) Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. *Hydrobiologia*, v. 607, p.63–74.
- BOURRELY, P. (1972). Les algues d'eau douce – initiation à la systématique – les algues vertes. v. 1. Paris: N. Boubee.

BOURRELY, P. (1981). Les algues d'eau douce – les algues jaunes et brunes. v. 2. Paris: N. Boubee.

BOURRELY, P. (2002). Les algues d'eau douce – les algues bleues et rouges – les eugléniens, péridiniens et cryptomonadines. v. 3. Paris: N. Boubee.

BOUVY, M.; MOLICA, R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BEKER, B. (1999). Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. *Aquatic Microbial Ecology*, v.20, p.285-297.

BOUVY, M.; FALCAO, D.; MARINHO, M. et al. (2000). Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. *Aquatic Microbial Ecology*, v.23, p.13-27.

BOUVY, M.; PAGANO, M.; ROUSSELLIER, M. (2001) Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). *Aquatic Microbial Ecology*, v.25, p.215-227.

BRANCO, C.W.C.; SENNA, P.A.C. (1994). Factors influencing the development of *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Microcystis aeruginosa* in Paranoá Reservoir, Brasília, Brazil. *Algological Studies*, v.75, p.:85-96.

BRANCO, C.W.C.; SENNA, P.A.C. (1996). Relations among heterotrophic bacteria, chlorophyll a, total phytoplankton, total zooplankton and physical and chemical features in the Paranoá reservoir, Brasília, Brazil. *Hydrobiologia*, v.337, p.171-181.

BRASIL. (2011). Portaria do Ministério da Saúde nº. 2914. Disponível em: <<http://www.agenciapcj.org.br/novo/images/stories/portaria-ms-2914.pdf>>. Acesso em: janeiro/2013.

BRIAND, J.F.; LEBOURLANGER, C.; HUMBERT, J.; BERNARD, C.; DUFOUR, P. (2004). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) invasion at mid-latitudes: selection, wide physiological tolerance, or global warming? *Journal of Phycology*, v.40, p.231-238.

CABECINHA, E.; BRINK, P.J.V.; CABRAL, J.A.; CORTES, R.; LOURENÇO, M.; PARDAL, M.A. (2009). Ecological relationships between phytoplankton communities and different spatial scales in European reservoirs: implications at catchment level monitoring programmes. *Hydrobiologia*, v. 628, p. 27-45.

CALIJURI, M. C.; DOS SANTOS, A. C. A. (1996). Short Term Changes In The Barra Bonita Reservoir (São Paulo, Brazil): Emphasis On The Phytoplankton Communities. *Hydrobiologia*, v. 330, p. 163-175.

CALIJURI, M. C.; DEBERT, G. L. B.; MINOTI, R. T. (1999). A produtividade primária pelo fitoplâncton na Represa de Salto Grande (Americana – SP). In.: *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Henry, R. Fapesp, p. 111-148.

CALIJURI, M. C.; DOS SANTOS, A. C. A.; JATI, S. (2002). Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, S.P. - Brazil). *Journal of Plankton Research*, v. 24, p. 617-634.

CALIJURI, M. C.; ALVES, M. S. A.; DOS SANTOS; A. C. A. (2006). *Cianobactérias cianotoxinas em águas continentais*. São Carlos: Rima, 109p.

CARMICHAEL, W.W.; AZEVEDO, S.M.; AN, J.S.; MOLICA, R.J.; JOCHIMSEN, E.M.; LAU, S. RINEHART, K.L.; SHAW, G.R.; EAGLESHAM, G.K. (2001). Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. *Environ Health Perspect*, v. 109, p. 663-668.

CASALI, S.P.; DOS SANTOS, A.C.A.; FALCO, P.B; CALIJURI, M.C. Biotic and abiotic factors controlling saxitoxin concentrations in *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Harmful Algae* (no prelo)

CASTRO, A. A. J.; BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D.C. (1991). Criptogamos do Parque Estadual das fonts do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas; 2 – Chryptophyceae*. Hoehnea, v. 18, p. 87-106.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2006. Relatório de qualidade de águas interiores no Estado de São Paulo. Série relatórios. 312 p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em janeiro/2013.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2011. Relatório de qualidade de águas interiores no Estado de São Paulo. Série relatórios. 300 p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em janeiro/2013.

CHELLAPPA, N.T.; COSTA, M.A.M. (2003) Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Oecologica*, v.24, p.S3–S10.

CONNELL, J. (1978). Diversity in tropical rain Forest and coral reefs. *Science*, v. 199, p. 1304-1310.

COSTA, I.A.S.; AZEVEDO, S.M.F.O.; SENNA, P.A.C.; BERNARDO, R.R., COSTA, S.M.; CHELLAPPA, N.T. (2006). Occurrence of toxin-producing Cianobactéria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, p. 211-219.

CROSSETTI, L.O.; BICUDO, D.C; BICUDO, C.E.M.; BINI, L.M. (2008) Phytoplankton biodiversity changes in a shallow tropical reservoir during the hypertrophication process. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, p.1061-1067.

CUNHA, D.G.F.; CALIJURI, M.C. (2011) Variação sazonal dos grupos funcionais fitoplanctônicos em braços de um reservatório tropical de usos múltiplos no estado de São Paulo (Brasil). *Acta Botânica Brasilica*, v. 25, p. 822-831.

CUNHA, D.G.F., (2012) *Heterogeneidade espacial e variabilidade temporal do Reservatório de Itupararanga: uma contribuição ao manejo sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Rio Sorocaba (SP)*. 2012. 235f. Tese (doutorado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenaria da Universidade de São Paulo, São Carlos.

DELLAMANO-OLIVEIRA, M.J.; VIEIRA, A.A.H.; ROCHA, O.; COLOMBO, V.; SANT'ANNA, C.L. (2008) Phytoplankton taxonomic composition and temporal changes in a tropical reservoir. *Fundamental and Applied Limnology Archiv für Hydrobiologie*. v. 171, p. 27–38.

DEMOTT, W. R.; MOXTER, F. (1991) Foraging on cyanobacteria by copepods: Responses to chemical defenses and resource abundance. *Ecology*, v. 72, p. 1820–1834.

DOS SANTOS, A.C.A.; CALIJURI, M. C. (1998). Survival strategies of some species of the phytoplankton community in the Barra Bonita Reservoir (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia*, v. 367, p. 139-152.

DZIAŁOWSKI, A. R.; WANG, S. H.; LIM, N. C. SPOTTS, W. W.; HUGGINS, D. G. (2005). Nutrient limitation of phytoplankton growth in central plains reservoirs, USA. *Journal of Plankton Research*, v. 27, n. 6, p. 587–595.

EVERSON, S.; FABBRO, L.; KINNEAR, S.; WRIGHT, P. (2011). Extreme differences in akinete, heterocyte and cylindrospermopsin concentrations with depth in a successive bloom involving *Aphanizomenon ovalisporum* (Forti) and *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya and Subba Raju. *Harmful Algae*, v. 10, p. 265–276.

FALCO, P. B.; CALIJURI, M.C. (2002) Longitudinal phytoplankton community distribution in a tropical reservoir (Americana, São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 14, p. 27-37.

FERRÃO-FILHO, A.S.; AZEVEDO, S.M.F.O.; DEMOTT, W. (2000) Effects of toxic and non-toxic cyanobacteria on the life history of tropical and temperate cladocerans. *Freshwater Biology*, v. 45, p. 1-19.

FERRÃO-FILHO, A. S.; DA COSTA, S.M.; RIBEIRO, M.G.L.; AZEVEDO, S.M.F.O. (2008). Effects of a saxitoxin-producer strain of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) on the swimming movements of cladocerans. *Environmental Toxicology*, v. 23, n. 2, p. 161-168.

FERRÃO-FILHO, A. S.; SOARES, M.C.; ROCHA, M.I.A.; MAGALHÃES, V.F.; AZEVEDO, S.M.F.O. (2009) Florações de Cianobactérias tóxicas no reservatório do Funil: dinâmica sazonal e consequências para o zooplâncton. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 2, p. 346-365, 2009.

FIGUEREDO, C.C.; GIANI, A. (2001). Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. *Hydrobiologia*, v. 445, p. 165–174.

FIGUEREDO, C.C.; GIANI, A.; BIRD, D.F. (2007) Does allelopathy contribute to *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) bloom occurrence and geographic expansion? *Journal of Phycology*, v.43, p.256–265.

FIGUEREDO, C.C.; GIANI, A. (2009). Phytoplankton community in the tropical lake of LagoaSanta (Brazil): Conditions favoring a persistent bloom of *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Limnologica* (in press).

GARCIA, J.P.M.; FREITAS, N.P.; FILHO, N.L.S. (1999). *Caracterização geo-ambiental da Represa de Itupararanga*. <HTTP://IPE.ibrc.unesp.br/cbhsmt/projeto.html>.

GIRON, A. (2013) *Variação espacial e nictemeral da comunidade zooplânctônica do Reservatório de Itupararanga, Votorantim, São Paulo*. 2013. 114 f. Dissertação. (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba.

GUILDFORD, J.; HECKY, R.E. (2000) Total nitrogen, total phosphorus, and nutrient limitation in lakes and oceans: Is there a common relationship? *Limnoogy and Oceanography*, v. 45, p.1213–1223.

HAMBRIGHT, K. D.; HAIRSTON, N.G.; SCHAFFNER, W.R.; HOWARTH, R.W. (2007). Grazer control of nitrogen fixation: synergisms in the feeding ecology of two freshwater crustaceans. *Fundamental and Applied Limnology*, Local de publicação, v. 170, p. 89-101.

HARRIS, G.P. (1980) Spatial and temporal scales in phytoplankton ecology. Mechanisms, methods, models and management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v.37, p. 877-900.

HENRY, R., NOGUEIRA, M. G., POMPEO, M. L. M. and MOSCHINI-CARLOS, V. (2006). Annual and Short-Term Variability in Primary Productivity by Phytoplankton and Correlated Abiotic Factors in the Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, p. 239-261.

HILLEBRAND, H.; DURSELEN, C. D.; KIRSCHTEL, D.; POLLINGHER, U.; ZOHARY,T. (1999). Biovolume calculations for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology*, v.35, p.403-424.

HONG, Y.; BUFORD, M.A.; RALPH, P.J.; UDY, J.W.; DOBLIN, M.A. (2013). The cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* is facilitated by copepod selective grazing. *Harmful Algae*, v. 29, p. 14-21.

HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., MARINHO, M.M., DOMINGOS, P., SANT'ANNA, C.L. (2000). Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. In *The Trophic Spectrum Revisited: The Influence of Trophic State on the Assembly of Phytoplankton Communities* (C.S. Reynolds, M.Dokulil & J. Padisák, eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p.67-77.

KÂ. S.; MENDOZA- VERA, J.M.; BOUVY, M., CHAMPALBERT, G.; N'GROM-KÂ, R.; PAGANO, M. (2012) Can tropical freshwater zooplankton graze efficiently on cyanobacteria? *Hydrobiologia*, v. 679, p. 119-138.

KENESI, G., SHAFIK, H.M., KOVACS, A.W.; HERODEK, S.; PRESING, M. (2009) Effect of nitrogen forms on growth, cell composition and N₂ fixation of *Cylindrospermopsis raciborskii* in phosphorus-limited chemostat cultures. *Hydrobiologia*, v.623, p.191-202.

KIM, H. S.; HWANG, S. J.; SHIN, J. K.; AN, K. G; YOON, C. G. (2007). Effects of limiting nutrients and N:P ratios on the phytoplankton growth in a shallow hypertrophic reservoir. *Hydrobiologia*, v. 581, p. 255–267.

KOKOCINSKI, M.; STEFANIAK, K.; MANKIEWICZ-BOCZEK, J., IZYDORCZYK, K.; SOININEN, J. (2010) The ecology of the invasive cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanophyta) in two hypereutrophic lakes dominated by *Planktothrix agardhii* (Oscillatoriales, Cyanophyta). *European Journal of Phycology*, v. 45, p. 365–374.

KOMÁREK, J.; FOTT, B. (1983). (Grünalgen). Ordinierung: Chlorococcales, In: HUBER-PESTALOZZI, G. Das phytoplankton des süsswassers; systematik und biologie, v. 7(1), E. Schwiezerba'sche Verlagsbuch – handlung: Stuttgart, 1044p.

KOMÁRKOVÁ, J.; LAUDARES-SILVA, R.; SENNA, P.A.C. (1999). Extreme morphology of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria) in the Lagoa do Peri, a freshwater coastal lagoon, Santa Catarina, Brazil. *Algological Studies*, v. 94, p.207-222.

LITCHMAN, E. (2010) Invisible invaders: non-pathogenic invasive microbes in aquatic and terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, v.13, p. 1560-1572.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.E. (1978) *Water analysis: some revised methods for limnologists*. Freshwater Biological Association. Sci. Pub.. n.36, Wilson and Sons LTDA. 117p.

MAGALHÃES, R.A. (2014) *Herbivoria de Bosmina freyi e suas relações ecológicas no Reservatório de Itupararanga – Votorantim/SP*. 2014. 71f. Dissertação. (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba.

MARGALEF, R. (1972) Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Transactions Connecticut Academy of Arts and Sciences*, v.44, p. 211-235.

McCULLOUGH, J.D.; JACKSON, D.W. (1985). Composition and productivity of the benthic macroinvertebrate community of a subtropical reservoir. *Revue der Gesamten hydrobiologie*. v.70, n.2, p.221-235.

McINTIRE, C.D.; LARSON, G.L.; TRUITT, R.E. (2007) Seasonal and interannual variability in the taxonomic composition and production dynamics of phytoplankton assemblages in Crater Lake, Oregon. *Hydrobiologia*, v.574, p.179–204.

MEHNERT G.; LEUNERT, F.; CIRES, S. JÖHNK, K.D.; RÜCKER, J. (2010) Competitiveness of invasive and native cyanobacteria from temperate freshwaters under various light and temperature conditions. *Journal of Plankton Research*. V.32, p.1009-1021.

MOURA, A.N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C; DANTAS, E.W.; ARRUDA NETO, J.D.T. (2007) Phytoplanktonic Associations: A Tool to Understand Dominance Events in a Tropical Brazilian Reservoir. *Acta Botanica Brasilica*, v.21, p. 641-648.

NEDERLANDSE NORM (1981). NEM 6520. (1981). Norma holandesa sobre determinação de clorofila a pelo método do etanol.

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

NUSH, E. A. (1980). Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Arch. Hydrobiol. Bech. Stuttgart*, v.14, p. 14-36p.

ODUM, E. P. (1988) *Ecologia*. Ed Guanabara, Rio de Janeiro, 434p.

PADISÁK, J. (1997) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. *Archiv fur Hydrobiologie Supplie*, v.107, p.563–593.

PADISÁK, J., CROSSETTI, L.O., NASELLI-FLORES, L. (2009). Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates *Hydrobiologia*, v. 621, p. 1-9.

PANOSSO, R.; CARLSSON, P.; KOZLOWSKY-SUZUKI, B.; AZEVEDO, S. M.F.O.; GRANÉLI, E. (2003). Effect of grazing by a neotropical copepod, *Notodiaptomus*, on a natural cyanobacterial assemblage and on toxic and non-toxic cyanobacterial strains. *Journal Plankton Research*, v. 25, p. 1169-1175.

PARRA, O.O.; GONZALEZ, M.; DELLA ROSSA, V. (1980). Manual taxonómico del fitoplâncton de águas continentales com especial referencia al fitoplancton de Chile. Classe Euglenophyceae. Concepcion: Universidad de Concepcion. 98p.

PARRA, O.O.; GONZALEZ, M.; DELLA ROSSA, V.; RIVERA, P.; ORELLANA, M. (1982). Manual taxonómico del fitoplâncton de águas continentales com especial referencia al fitoplancton de Chile. Classe Cyanophyceae. Concepcion: Universidad de Concepcion.

PARRA, O.O.; GONZALEZ, M.; DELLA ROSSA, V. (1983). Manual taxonómico del fitoplâncton de águas continentales com especial referencia al fitoplantcon de Chile. Classe (parte 1 e 2). Concepcion: Universidad de Concepcion. 151p.

PIERSMA, T.; DRENT, J. (2003). Phenotypic flexibility and the evolution of organismal design. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 18, p. 228–233.

RAMÍREZ, J.J.; BICUDO, C.E.M. (2002) Variation of climatic and physical co-determinants of phytoplankton community in four nictemeral sampling days in a shallow tropical reservoir, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 62, p. 1-14.

RANGEL, L.M.; SILVA, L.H.S.; ROSA, P.; ROLAND, F. HUSZAR, V.L.M. (2012) Phytoplankton biomass is mainly controlled by hydrology and phosphorus concentrations in tropical hydreletric reservoirs. *Hydrobiologia*, v.693, p.13-28.

REYNOLDS, C.S. (1988) Functional morphology and the adaptive strategies of freshwater phytoplankton. In: SANDGREN, C.D. (ed). *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press. p. 388 – 433.

REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.; KURK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. (2002) Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, v.24, p.417-428.

SALMASO, N.; PADISÁK, J. (2007) Morpho-Functional Groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany). *Hydrobiologia*, v. 578, p.97–112.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F.; CARVALHO, M;C.; CARVALHO, L.R.; SOUZA, R.C.R. (2006). *Manual ilustrado para identificação e contagem de Cianobactérias de águas continentais brasileiras*. Rio de Janeiro: Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia, 58p.

SANTOS, P.V. (2009) *Interação entre Cylindrospermopsis raciborskii e Microcystis aeruginosa: implicações no crescimento de culturas e na produção de microcistinas*. 2009. 147 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

SECCHIN, L.F. (2012) *Caracterização ambiental e avaliação da produção de cargas difusas da área de drenagem da represa de Itupararanga, SP*. 2012. 120f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo (EESC-USP).

SEMA-Secretaria do meio ambiente (2007). Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo. Informações referentes à 2005. Disponível em: <http://www.sema.sp.gov.br>.

SHAPIRO, J. (1990) Current beliefs regarding dominance by blue-greens: The case for the importance of CO₂ and pH. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* V.58, p.94-144.

SILVA, C.A.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. (2005). Phytoplankton assemblages in a Brazilian subtropical cascading reservoir system. *Hydrobiologia*, v.537, n. 99-109.

SMITH, W.R.; PETRERE, M. (2001) Peixes em represas: o caso de Itupararanga. *Ciência hoje*, v.29, p.74-77.

SOARES, M. C. S.; ROCHA, M. I. A.; MARINHO, M. M.; AZEVEDO, S. M. F. O.; BRANCO, C. W. C.; HUSZAR, V. L. M.(2009) Changes in species composition during annual cyanobacterial dominance in a tropical reservoir: physical factors, nutrients and grazing effects. *Aquatic and Microbial Ecology*, v. 57, p.137–49.

SOARES, R.M. (2009) Toxicologia de Cianotoxinas: microcistinas as estrelas do tema. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, p. 259-271.

SOMMER, U.; PADISÁK, C.S.; JUHASZ-NAGY, P. (1993) Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationships in phytoplankton. *Hidrobiologia*. v.249 (Dev. Hidrobiol, 81), p.1-7.

SOUZA, R.C.R.; CARVALHO, M.C.; TRUZZI, A.C. (1998) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenaya and a contribution to the knowledge of Rio Pequeno arm, Billings Reservoir, Brazil. *Environmental Toxicology and Water Quality*, v. 13, p.73-81.

SPERFELD, E.; SCHMIDTKE, A.; GAEDKE, U.; WEITHOFF, G. (2010) Productivity, herbivory and species' traits and identity rather than diversity influence the invisibility of phytoplankton communities. *Oecologia*, v. 163, p.997-1010. *Ecology Letters*, v. 13, p. 1560-1572.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. (1999) Reservoir ecosystem functioning: theory and application. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA. M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. BAS, IIE, Backhuys Publishers.

THORTON, K.W. (1990). Perspectives on Reservoir Limnology. In: THORNTON, K.W., KIMMEL, B.L. & PAYNE, F.E. (ed). *Reservoir Limnology*. Wiley-Interscience Publication. New York. p: 1-14.

TÖRÖKNE, A; ASZTALOS, M.; BÁNKINÉ, M.; BICKEL, H.; BORBÉLY, G.; CARMELI, S.; CODD, G.A.; FASTNER, J.; HUANG, Q.; HUMPAGE, A.; METCALF, J.S.; RÁBAI, E.; SUKENIK, A.; SURÁNYI, G.; VASAS, G.; WEISZFEILER, V.(2004). Interlaboratory comparison trial on cylindrospermopsin measurement. *Analytical Biochemistry*, v. 332, n. 2, p. 280–284.

TRAIN, S.; JATI, S.; RODRIGUES, L.C.; PIVATO, B.M. (2005). Distribuição Espacial e Temporal do Fitoplâncton em Três Reservatórios da Bacia do Rio Paraná. In Rodrigues, L., S. M. Thomaz, A. A. Agostinho & L. C. Gomes (eds), *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. RIMA, São Carlos, 73–85.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L. (2003). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.26, p.97-112.

UTHERMÖHL, H. (1958) On the perfecting of quantitative phytoplankton method. Inst.Ass. Theor. Commun. Vol 9.

VARGAS, S.R. (2012) *Influência da concentração de nutrientes na interação de duas espécies fitoplanctônicas isoladas do Reservatório de Itupararanga-SP*. 2012. 147 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

YILMAZ, M., PHLIPS, E.J.; SZABO, N.J.; BADYLAK S. (2008). A comparative study of Florida strains of *Cylindrospermopsis* and *Aphanizomenon* for cylindrospermopsin production. *Toxicon*, v. 51, p. 130-139.

ANEXO 1

ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES PRESENTES NA VARIAÇÃO DIÁRIA

Tabela 26: Abundância relativa dos gêneros e espécies de Cianobactérias, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e Crisophyceae em EC, no período chuvoso de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

Tabela 27: Abundância relativa dos gêneros e espécies de em EC, no período chuvoso de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

Tabela 28: Abundância relativa dos gêneros e espécies de Cianobactérias, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e Crisophyceae em EC, no período seco de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

Tabela 29: Abundância relativa dos gêneros e espécies de em EC, no período seco de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

Tabela 30: Abundância relativa dos gêneros e espécies de Cianobactérias, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e Crisophyceae em BAR, no período chuvoso de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

Tabela 31: Abundância relativa dos gêneros e espécies de em BAR, no período chuvoso de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

Tabela 32: Abundância relativa dos gêneros e espécies de Cianobactérias, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e Crisophyceae em BAR, no período seco de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

	1 dia	2 dia	3 dia	4 dia	5 dia	6 dia	7 dia	8 dia	9 dia	10 dia
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6
Cianobactéria										
<i>Anabaena solitaria</i>		R	R					R	R	R
<i>Anabaena viguieri</i>	R		R				R	R	R	R
<i>Aphanizomenon gracile</i>		R R R		R	R R	R R		R	R R R	R R R
<i>Aphanocapsa elachista</i>				R			R	R	R R R	R
<i>Coelomorum</i>										R
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	D D D D D	D D D D D	D D D D D D	D D D D D D	D D D D D D	D D D D D D	D D D D D D	D D D D D D	D D D D D D	D D D D D D
<i>Lyngbia caetenata</i>	R		R R		O			R	R	R
<i>Microcystis aeruginosa</i> (cél livres)				R	R				R	R
<i>Microcystis aeruginosa</i> (colonia)								R		
<i>Microcystis delicatissima</i>										
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	O O O O O	O O O O O	O O O O O	O O O O O	O O O O O	O O O O O	O O O O O	O O O O O	O O O O O	O O O O O
Cryptophyceae										
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	R O R R	R	R R R R	R R	R R R R	R R R	R R O R R R	R R R R R	R	R R R O R
<i>Cryptomonas erosa</i>	R	R	R R R		R	R	R			R
<i>Cryptomonas ovata</i>					R	R				
<i>Rhodomonas lacustris</i>		R				R				
Bacillariophyceae										
<i>Aulacoseira</i>	R R	R R	R R R R R R	R R R R R R	R R	R R	R R R R R R	R R R R R R	R R	R R R R R R
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	R R R	R R	R R R R R R	R R R R R R	R R R R R R	R R R R R R	R R R R R R	R R R R R R	R R	R R R R R R
<i>Encyonema silesiacum</i>										R
<i>Fragilaria crotonensis</i>	R R O R O R R R R O	R R R R R R R O	R O R O R O R	R R R R R R O	R O O R R R R R O	R R R R R R R O	R O R R R R R R O	R O R R R R R R O	R R R R R R R O	R R R R R R R O
<i>Navicula cryptocephala</i>										
<i>Nupela cymbelloidea</i>										R
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	R	R	R		R					
<i>Stenopterobia delicatissima</i>										
<i>Urosolenia eriensis</i>									R	
Euglenophyceae										
<i>Euglena acus</i>	R R R R R	R R R R	R R R R	R R R R R	R R R R	R	R R R R R	R R R R	R R R R R	R R R R R
<i>Euglena hemichromata</i>	R	R	R	R	R	R	R R R R R	R R R R	R R R R R	R R R R R
<i>Trachelomonas abrupta</i>										
<i>Trachelomonas chlamidophora</i>	R	R							R	R
Dinophyceae										
<i>Peridinium umbonatum</i>	R R R	R R	R R R	R R R	R R R	O	R R	R R	R R	R R R R
Crisophyceae										
<i>Dynobium</i>							R			

Tabela 33: Abundância relativa dos gêneros e espécies de em BAR, no período seco de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

ANEXO 2

ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GÊNEROS E ESPÉCIES PRESENTES NA VARIAÇÃO NICTEMERAL

Tabela 34: Abundância relativa dos gêneros e espécies de Cianobactérias, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e Crisophyceae em EC, no período chuvoso de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

	T0						T4						T8						T12						T16						T20						T24					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6						
Cianobactéria																																										
<i>Anabaena cirricularis</i>	R						R	R					R																				R	R	R							
<i>Anabaena solitaria</i>	R	R	O	O	O	O	O	O	R	O	O	O	R	R	R	R	R	R	O	O	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Anabaena viguieri</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R											
<i>Aphanocapsa elachista</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R											
<i>Chroococcus</i>							R																											R								
<i>Coelomorum</i>			R																																		R					
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	C	O	O	C	O	O	O	O	C	O	O	O	C	O	O	O	O	C	C	O	O	O	C	C	O	C	C	C	C	C	C	C										
<i>Getlerinema splendidum</i>													R																													
<i>Merismopedia glauca</i>	O						O						O																							O						
<i>Microcystis aeruginosa (colonia)</i>			R																																		R					
<i>Microcystis protocystis</i>																																					O					
<i>Microcystis wesenbergii (colonia)</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	R										
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O										
<i>Pseudoanabaena moliniformis</i>	R						R																																			
Cryptophyceae																																										
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	R	R	R	R	O	O	R	R	R	O	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Cryptomonas erosa</i>	R	O					R																														R					
<i>Cryptomonas ovata</i>							R																															R				
<i>Rhodomonas lacustris</i>							R																																			
Bacillariophyceae																																										
<i>Aulacoseira</i>							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Cyclotella meneghiniana</i>							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Encyonema silesiacum</i>							O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O									
<i>Fragilaria crotonensis</i>							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Navicula cryptocephala</i>	O	O	O	O	O	O	R	O	R	O	O	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
Euglenophyceae																																										
<i>Euglena acus</i>	R	R	R	O	R	R	O	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Euglena hemichromata</i>				O			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Phacus curvicauda</i>							R																														R					
<i>Phacus longicauda</i>							R																																			
<i>Trachelomonas abrupta</i>	R	R	R	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Trachelomonas chlamidophora</i>					R		R																																			
<i>Trachelomonas superba</i>							R																																			
Dinophyceae																																										
<i>Ceratium hirundinella</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Peridinium umboatum</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
Crisophyceae																																										
<i>Dynobium</i>																																							R			

Tabela 35: Abundância relativa dos gêneros e espécies de em EC, no período chuvoso de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

	T0						T4						T8						T12						T16						T20						T24					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6						
Chlorophyceae																																										
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O								
<i>Botryococcus braunii</i>				R	R									R										R																		
<i>Chlamydomonas gracillis</i>	R	R	R	R	O		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Chlorella kesseleri</i>	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Cosmarium laeve</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Cosmarium polygonum</i>																																					R					
<i>Crucigeniella apiculata</i>																																					R	R				
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		R	R				R																		R											R	R					
<i>Eudorina elegans</i>		R	R				R							R											R																	
<i>Golenkiniopsis solitaria</i>	R	R	R	O			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Gonatozygon kinahanii</i>	O	O	O	O	R	R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O								
<i>Kirchneriella contorta</i>							R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	R							
<i>Kirchneriella obesa</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Koliella longiseta</i>														R																												
<i>Monoraphidium contortum</i>	D	D	D	D	A	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D							
<i>Monoraphidium indicum</i>	R	R	R	R		R					R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R						
<i>Monoraphidium irregulari</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O							
<i>Monoraphidium komakovae</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Pediastrum tetras</i>				R	R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R					
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>		R																																								
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O							
<i>Staurastrum arachne</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Staurastrum gracile</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Staurastrum lunatus</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Staurastrum rotula</i>				R	R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R		R					
<i>Staurodesmus glaber</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Tetraedrum</i>																									R																	
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>																									R																	

Tabela 36: Abundância relativa dos gêneros e espécies de Cianobactérias, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e Crisophyceae em EC, no período seco de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

	T0						T4						T8						T12						T16						T20						T24															
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6										
Cianobactéria																																																				
<i>Anabaena circinalis</i>				R		R			R																																											
<i>Anabaena solitaria</i>			R		R																																															
<i>Anabaena viguieri</i>		R	R																																																	
<i>Aphanocapsa elachista</i>	R			R	R																																															
<i>Coelomorum</i>																																																				
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	A	D	D	D	A	A	D	A	D	A	D	D	D	D	D	A	D	A	D	D	A	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D													
<i>Getlerinema splendidum</i>			R					R																																												
<i>Merismopedia glauca</i>	O	R	R																																																	
<i>Microcystis aeruginosa</i> (cél livres)	O	R	R																																																	
<i>Microcystis aeruginosa</i> (colonia)				R																																																
<i>Microcystis protocystis</i>			R																																																	
<i>Microcystis wesenbergii</i> (colonia)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	R													
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	O	R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	R													
<i>Pseudoanabaena moliniformis</i>																																																				
Cryptophyceae																																																				
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	O	R	R	O	O	O	O	O	O	R	R	R	R	R	R	O	O	O	O	R	O	O	O	R	O	R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O													
<i>Cryptomonas erosa</i>		R						R									R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R											
<i>Cryptomonas ovata</i>																																															R					
Bacillariophyceae																																																				
<i>Aulacoseira</i>	R	R	R	R	R	R	R	O	R	R	R	R	R	R	R	O	O	O	O	O	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R													
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	R	R	O	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R													
<i>Encyonema silesiacum</i>	R																																																			
<i>Fragilaria crotonensis</i>	R	R	R	O	R	O	R	O	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R													
<i>Navicula cryptocephala</i>	R							R									R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
Euglenophyceae																																																				
<i>Euglena acus</i>	O	O	O	R	O	O	O	O	R	O	O	O	O	O	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R													
<i>Euglena hemichromata</i>																																															R					
<i>Phacus curvicauda</i>																																																				
<i>Trachelomonas abrupta</i>	R	R	R														R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Trachelomonas chlamidophora</i>																	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
Dinophyceae																																																				
<i>Peridinium umbonatum</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R													
Crisophyceae																																																				
<i>Dynobrium</i>	R																																																			

Tabela 37: Abundância relativa dos gêneros e espécies de em EC, no período seco de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%); R: raro (<1%).

	T0						T4						T8						T12						T16						T20						T24							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6								
Chlorophyceae																																												
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	R	R	R	O	O		R	R	R	O	O		R	R	R	O	O		R	R	O	R	R	R	O	R	R	R	R	R	R	O												
<i>Botryococcus braunii</i>							R		R	R	R		R		R	R			R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R											
<i>Chlamydomonas gracillis</i>							R		R																										R	R								
<i>Chlorella kesseleri</i>		O	O	R	R	R	R		O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O	O	R	R	R	R	R	O	O	O	O	O	O										
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>							R		R																																			
<i>Golenkiniopsis solitaria</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R											
<i>Gonatozygon kinahanii</i>		R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R											
<i>Kirchneriella contorta</i>																																												
<i>Kirchneriella obesa</i>	R	R	R	R	R	R			O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Koliella longiseta</i>							R																													R	R	R						
<i>Monoraphidium contortum</i>	A	C	C	C	C	C	A	A	A	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C									
<i>Monoraphidium indicum</i>	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O											
<i>Monoraphidium irregulari</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O									
<i>Monoraphidium komakovae</i>	R	R	O	O	O	O	R	O	O	O	O	R	O	O	O	R	R	O	O	R	O	O	O	O	R	O	O	O	O	O	R	O	O	O	O									
<i>Pandorina morum</i>																																				R								
<i>Pediastrum tetras</i>								R																																				
<i>Scenedesmus acuminatus</i>							R																																					
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>																																												
<i>Scenedesmus ecomis</i>																																												
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Staurastrum arachne</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Staurastrum gracile</i>							R																																					
<i>Staurodesmus glaber</i>																																												
<i>Tetrastrum heterocanthum</i>								R																																				

Tabela 38: Abundância relativa dos gêneros e espécies de Cianobactérias, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e Crisophyceae em BAR, no período chuvoso de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

	T0						T4						T8						T12						T16						T20						T24										
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6					
Cianobactéria																																															
<i>Anabaena solitaria</i>		R		R	R	R			R				R	R	R		R			R	R	R		R			R											R	R								
<i>Anabaena viguieri</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Aphanocapsa elachista</i>		R	R	R	R	R			R	R																																	R				
<i>Coelomorum</i>	R																																														
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	C	A	C	A	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A								
<i>Merismopedia glauca</i>	O						O					O					O						O			O			O			O			O												
<i>Microcystis aeruginosa (colonia)</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O									
Cryptophyceae																																															
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	R	R	R	O	R	R	O		R	R	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Cryptomonas erosa</i>			R		R		O																																								
<i>Cryptomonas ovata</i>	R																																														
<i>Rhodomonas lacustris</i>							R		O																																						
Bacillariophyceae							R																																								
<i>Aulacoseira</i>	R						R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Fragilaria crotonensis</i>							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Navicula cryptocephala</i>							R																																								
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>																																															
<i>Stenopterobia delicatissima</i>																																															
Euglenophyceae																																															
<i>Euglena acus</i>	R																																														
<i>Euglena hemichromata</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Trachelomonas abrupta</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Trachelomonas chlamidophora</i>	R																																														
<i>Trachelomonas spinulosa</i>																																															
Dinophyceae																																															
<i>Ceratium hirundinella</i>							R																																								
<i>Peridinium umbonatum</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
Crisophyceae							R																																								
<i>Dynobrium</i>							R																																								

Tabela 39: Abundância relativa dos gêneros e espécies de em BAR, no período chuvoso de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

	T0						T4						T8						T12						T16						T20						T24										
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6					
Chlorophyceae																																															
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	O	O	O	O	O	R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	R	O	O	R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O							
<i>Carteria plana</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Chlorella kesseleri</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Closterium dianae</i>	R																																														
<i>Cosmarium laeve</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>																																															R
<i>Eutetramorus fottii</i>	R	R																																													R
<i>Golenkiniopsis solitaria</i>							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Gonatozygon kinahanii</i>	R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O							
<i>Kirchneriella contorta</i>	R																																														R
<i>Kirchneriella lunaris</i>																																															R
<i>Kirchneriella obesa</i>							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Monoraphidium contortum</i>	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D							
<i>Monoraphidium indicum</i>	R	R					R					R																																			R
<i>Monoraphidium irregulari</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O							
<i>Monoraphidium komakovae</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R								
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	R						R																																								
<i>Scenedesmus quadridicauda</i>																																															R
<i>Staurastrum arachne</i>							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Staurastrum chaetoceras</i>																																															
<i>Staurastrum gracile</i>	R	R	R	R	R	R							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Staurastrum lunatus</i>	R	R					R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R							
<i>Staurastrum rotula</i>																																															
<i>Staurodesmus crassus</i>	R						R																																								
<i>Staurodesmus glaber</i>	R	R	R	R	R	R																																									
<i>Staurodesmus phimus</i>	R	R	R	R	R	R																																									

Tabela 40: Abundância relativa dos gêneros e espécies de Cianobactérias, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae e Crisophyceae em BAR, no período seco de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%) e R: raro (<1%).

	T0						T4						T8						T12						T16						T20						T24																																
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6																											
Cianobactéria																																																																					
<i>Anabaena solitaria</i>	R																																																																				
<i>Anabaena viguieri</i>	R						R		R	R	R																																																										
<i>Aphanizomenon gracile</i>							R																																																														
<i>Aphanocapsa elachista</i>	R	R	R				R	R	R																																																												
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																																
<i>Merismopedia glauca</i>																																																																					
<i>Microcystis aeruginosa</i> (cél livres)							R																																																														
<i>Microcystis aeruginosa</i> (colonia)	R	R					R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R																															
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O																															
<i>Pseudoanabaena moliniformis</i>							R																																																														
Cryptophyceae																																																																					
<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R																															
<i>Cryptomonas erosa</i>	R																																																																				
<i>Cryptomonas ovata</i>	R	R	R					R																																																													
<i>Rhodomonas lacustris</i>							R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R																															
<i>Aulacoseira</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R																															
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R																															
<i>Fragilaria crotonensis</i>	R	R	R	R	R	R	R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O																														
<i>Stenopterobia delicatissima</i>	R						R																																																														
Euglenophyceae																																																																					
<i>Euglena hemichromata</i>	R	R	R				R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R																														
<i>Trachelomonas abrupta</i>																																																																					
<i>Trachelomonas chlamidophora</i>							R																																																														
Dinophyceae																																																																					
<i>Peridinium umbonatum</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R																														

Tabela 41: Abundância relativa dos gêneros e espécies de em BAR, no período seco de 2011. D: dominante (50-100%); A: abundante (30-49%); C: comum (10-29%); O: ocasional (1-9%); R: raro (<1%).

	T0						T4						T8						T12						T16						T20						T24					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6						
Chlorophyceae																																										
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Carteria plana</i>			R					R																										R								
<i>Chlorella kesseleri</i>	R	R	R	R	R	R							R	R																				R	R							
<i>Golenkiniopsis solitaria</i>	R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R											
<i>Gonatozygon kinahanii</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	O	R											
<i>Kirchneriella irregularis</i>																																										
<i>Kirchneriella lunaris</i>	R																																									
<i>Kirchneriella obesa</i>		R		R	R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Koliella longisetata</i>		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Monoraphidium contortum</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C	C	C	A	A	A	C	O	A	C	A	C	C	C	A	A	A	C	A	A	A									
<i>Monoraphidium indicum</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Monoraphidium irregulari</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O									
<i>Monoraphidium komakovae</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O									
<i>Pediastrum tetras</i>	R																																									
<i>Scenedesmus acuminatus</i>							R			R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R									
<i>Scenedesmus quadridicauda</i>	R	R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Staurastrum arachne</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R										
<i>Staurastrum gracile</i>																																										