



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

LARISSA MACENA FERREIRA

**DINÂMICA DE TRAÇOS MORFOLÓGICOS DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM UM RESERVATÓRIO URBANO**

**CAMPINA GRANDE - PB
2016**

LARISSA MACENA FERREIRA

**DINÂMICA DE TRAÇOS MORFOLÓGICOS DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM UM RESERVATÓRIO URBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do curso de
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito para
a obtenção do grau de Licenciada em
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dra. Janiele França Nery
Co-orientador: Prof. Me. Sandra Maria Silva

**CAMPINA GRANDE - PB
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

F383d Ferreira, Larissa Macena.
Dinâmica de traços morfológicos da comunidade fitoplanctônica em um reservatório urbano [manuscrito] / Larissa Macena Ferreira. - 2016.
29 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Janiele França Nery, Instituto Federal da Paraíba".

"Co-Orientação: Profa. Ma. Sandra Maria Silva, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Comunidade fitoplanctônica. 2. Traços ecológicos. 3. Ecologia aquática. 4. Eutrofização. I. Título.

21. ed. CDD 577.631 58

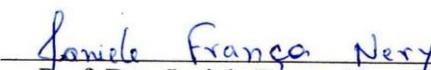
LARISSA MACENA FERREIRA

**DINÂMICA DE TRAÇOS MORFOLÓGICOS DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM UM RESERVATÓRIO URBANO**

Artigo apresentado ao Programa de
Graduação em Ciências Biológicas da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito à obtenção do título de
Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 03/11/16.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Janiele França Nery (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)



Me. Flávia Morgana Monteiro
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Shirley Rangel Germano
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Dedico aos meus pais (Lucio e Neide), a
minha irmã Lucila por todo amor, carinho e
dedicação. Dedico a Artur (Amor da minha
vida), por toda a paciência e compreensão.*

*Dedico a todas as pessoas queridas que
estiveram comigo ao longo dessa jornada!!!*

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que tens feito em minha vida durante esta caminhada e por ter me dado pais que apesar de todas as dificuldades me incentivaram e despertaram em mim o interesse pelos estudos para que eu me transformasse no que eu sou hoje. Por eles terem me ensinado sempre os caminhos corretos para lutar pelos meus objetivos e alcançá-los com dignidade e humildade. Agradeço ao meu noivo Artur que sempre esteve ao meu lado nos melhores e piores momentos e a todos os familiares em geral que sempre torceram para que meus objetivos fossem alcançados e concretizados com sucesso.

A todos os professores da UEPB que de alguma forma contribuíram para o meu amadurecimento acadêmico, pessoal e profissional, e em especial a minha professora, orientadora e amiga Dr^a Janiele (minha querida Jane), pela paciência, compreensão, apoio e alento no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e conclusão desse trabalho. É que apesar de tudo sempre acreditou em mim. Jane saiba que sou muito grata a você por sempre ter confiado em mim, espero que estejamos próximas em outros vários momentos e que nossa amizade permaneça.

A minha querida Co-orientadora Sandra pelo apoio, paciência, dedicação e por compartilhar humildemente seus conhecimentos. Obrigada por tudo!!!

A todos do Laboratório de Ecologia Aquática (LEAq), Daiane, Morgana, Camila, Vanessa, Milena, Sara, Rosa, Patrícia, Gustavo, Leandro, Danilo, Andreza, Janiel, Roberval e principalmente ao professor Etham por ter me aceitado como parte integrante do laboratório.

Aos técnicos de laboratório Adriano e Clímélia por terem me auxiliado nas análises químicas.

A Flávia Morgana (morganinha 18, kkkk), por ter me mostrado as algas mais lindas do mundo e pela sua amizade. Muito obrigada Morgaaa!!!

O meu muito obrigado para minha querida professora Shirley (Shirlinha), grande Doutora, pessoa maravilhosa, coração enorme, muita paciência (kkkkkk) muito obrigada por todo apoio, e todo aprendizado no qual eu passei principalmente durante os dois anos como sua monitora na disciplina de Botânica Criptogâmica. Um dia mostrarei à Senhora que as algas são bem mais legais que as briófitas! Kkkkkkkk

Os meus queridos colegas de graduação, principalmente as minhas lindas amigas “ZamigasBio” Bruna (querida Joaquina), Valéria, Cida e Marília, por todos os momentos felizes e difíceis de toda nossa jornada da graduação.

As minhas queridas companheiras do Ap 101 Valeska (kica) e Jéssica, pelos 4 anos de convivência. Obrigado por tudo!

E muito obrigada a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho! Meu muito obrigadoooooooooo!!!

“Se nada mudar, invente,
e quando mudar, entenda.
Se ficar difícil, enfrente,
e quando ficar fácil, agradeça.
Se a tristeza rondar, alegre-se,
e quando ficar alegre, contagie.
E quando recomeçar, acredite.
Você pode tudo.
Tudo consegue pelo amor,
e pela fé que você tem em Deus!”

(Lenilce Morais)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da localização geográfica do Açúde Bodocongó. Campina-Grande – PB.....	13
Figura 2: Variação da profundidade e transparência da água no açude Bodocongó (A) e precipitação total mensal (mm) o durante o período de outubro de 2015 a abril de 2016 (A) (Dados informados pela AESA).....	15
Figura 3: Níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) na coluna d'água (Zona eufótica e afótica) no período de out/15 a abr/16 no açude de Bodocongó.....	16
Figura 4: Níveis de Fósforo total dissolvido (PT) na coluna d'água (Zona eufótica e afótica) no período de out/15 a abr/16 no açude de Bodocongó.....	16
Figura 5: Variação na riqueza de espécies fitoplanctônicas no açude Bodocongó no período de Outubro/2015 a Abril/2016.....	17
Figura 6: Contribuição relativa do biovolume para as classes taxonômicas do fitoplâncton (%) no período de outubro de 2015 a abril de 2016, nas profundidades 100%(a), 50%(b), 1%(c) e Z _{máx} (d).....	18
Figura 7: Representação do biovolume (%) de acordo com a morfologica fitoplanctônica no período de outubro de 2015 a abril de 2016, nas profundidades 100%(a), 50%(b), 1%(c) e Z _{máx} (d).....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média(X) e desvio padrão (\pm DP) das variáveis físicas e químicas mensuradas no período de Outubro de 2015 à abril de 2016. (OD: Oxigênio Dissolvido; PT: Fósforo Total Dissolvido).....	15
---	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAS E MÉTODOS.....	11
2.1 Área de estudo.....	11
2.2 Amostragem.....	12
3. RESULTADOS.....	14
3.1 Caracterização limnológica.....	14
3.2 Comunidade fitoplanctônica.....	16
3.3 Caracterização morfológica.....	18
4. DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS.....	25
APÊNDICE 1: Táxons Fitoplanctônicos.....	29

DINÂMICA DE TRAÇOS MORFOLÓGICOS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM UM RESERVATÓRIO URBANO

Larissa Macena Ferreira

RESUMO:

A classificação funcional do fitoplâncton com base na sua morfologia pode ser utilizado para a previsão do estado ecológico dos ecossistemas, utilizando traços facilmente observáveis, como volume, dimensão linear máxima, área de superfície, presença de mucilagem, flagelos, aerótopos e heterocisto. O objetivo do presente estudo foi investigar quais foram às estratégias adotadas pelo fitoplâncton com base em seus traços morfológicos, em uma escala temporal no açude Bodocongó. Coletas mensais foram realizadas no açude Bodocongó (7°13'11"S, 35°52'21"W), nos intervalos de Outubro de 2015 a abril de 2016. Foram mensuradas riqueza, biovolume e morfologia das espécies fitoplanctônicas, além de concentrações de nutrientes fosfatados na água. As condições eutróficas do reservatório Bodocongó, evidenciam baixa qualidade da água. A comunidade fitoplanctônica apresentou 31 táxons, distribuídas nas classes: Chlorophyceae que apresentou 36% do total de táxons registrados, seguida de Cyanophyceae (32%), Bacillariophyceae (19%), Euglenophyceae (7%) e Zygnemaphyceae (6%). A classe Cyanophyceae foi a mais representativa em nível de riqueza específica em todo período amostral. O biovolume total do fitoplâncton apresentou média de 914,1 mm³/L, na qual as cianobactérias foram a melhor representada (90%) por categorias de maior volume, predominando organismos coloniais (*Microcystis panniformis* Kützing 1846, *M. aeruginosa* Komárek 2002, *Aphanocapsa elachista* West 1894 e *A. inserta* Cronberg & Komárek 1994). A contribuição dos demais grupos foi inferior 10% considerando todo o período estudado. Em relação à morfologia, foi observada uma ampla variedade de formas: esféricas, elipsoides, cilíndrico-curtas, outras alongadas e algumas mais complexas com presença de espinhos, colônias formando cenóbios estrelados ou até mesmo tetraédricos. No entanto apenas um tipo morfológico foi dominante no sistema, as esféricas representadas pela *Aphanocapsa*, *Microcystis* e *Coelastrum*. Além disto, o tamanho destas foi relativamente pequeno comparado aos outros morfotipos. As espécies ao longo do estudo obtiveram morfologias mais simples (esférica e cilíndrica), permitindo-lhes maior persistência e resistência ao ambiente, sendo as cianobactérias estrategicamente mais eficientes dominando toda coluna d'água. Desta forma, ficou evidente que as condições eutróficas do reservatório afetaram fortemente a trajetória morfo-funcional do fitoplâncton.

Palavras chave: Traços ecológicos, estrutura de comunidade, eutrofização.

1. INTRODUÇÃO

O fitoplâncton é um grupo diversificado, polifilético, que a aproximadamente 3,5 milhões de anos oxigena a atmosfera terrestre. Trata-se de uma comunidade de plantas e bactérias microscópicas adaptadas à vida em suspensão nos ecossistemas aquáticos, sujeitas a movimentos passivos provocados por vento e correntes. Existe cerca de quatro mil espécies para o fitoplâncton de água continentais. Estes organismos estão presentes em várias formas, tamanhos e podem expressar uma variedade bastante elevada, tanto intra quanto interespecífica em sua morfologia (REYNOLDS, 2006).

Por serem facilmente dispersos, dados seu pequeno tamanho e elevada abundância (FINLAY, 2002), é razoável assumir que as condições locais (estrutura física do sistema, disponibilidade de recursos, processos de escoamento hidráulico, sedimentação e herbivoria) determinarão quais espécies ocorrerão em um dado momento e lugar (MARGALEF, 1978, REYNOLDS 1980, HILLEBRAND & AZOVSKY 2001, BEISNER *et al.*, 2006). O tamanho e a forma das espécies fitoplanctônicas, entre outras propriedades, determinam sua adaptabilidade aos ambientes aquáticos (LEWIS 1976, REYNOLDS 1988, NASELLI-FLORES *et al.* 2007, KRUK *et al.*, 2010).

De acordo com Kruk *et al.*, (2010) a classificação funcional do fitoplâncton com base na sua morfologia pode ser utilizado para a previsão do estado ecológico dos ecossistemas, utilizando traços facilmente observáveis, como volume, dimensão linear máxima, área de superfície, presença de mucilagem, flagelos, aerótopos e heterocistos. Os traços funcionais são considerados como qualquer característica morfológica, fisiológica ou fenológica mensurável em nível de indivíduo, que afeta indiretamente a eficácia biológica via seus efeitos sobre o crescimento, reprodução e sobrevivência. Ou seja, a ideia central desta abordagem é que traços, não entidades taxonômicas, são as unidades fundamentais selecionadas através de filtros ambientais (abióticos, bióticos ou barreiras à dispersão) (VIOLLE *et al.*, 2007).

Essa nova abordagem considera que as relações com a fisiologia das espécies são potencialmente bem definidas e demonstram que a classificação baseada em características morfológicas simples podem capturar a maior parte da variabilidade das propriedades funcionais dos organismos fitoplanctônicos. Segundo Brasil & Huszar (2011), o agrupamento de espécies com base em suas características morfológicas funcionais tem sido uma tendência

crecente na ecologia devido à sua maior capacidade de prever ou explicar a estrutura das comunidades e as suas respostas às condições ambientais.

Reservatórios eutróficos são caracterizados pelo excesso na concentração de nutrientes principalmente nitrogênio e fósforo e podem afetar a função dos ecossistemas pelo aumento da homogeneidade de habitat, reduzindo a diversidade de espécies (GESSNER 2004 *et al.*, GILLER *et al.*, 2004), favorecendo apenas aqueles organismos melhor adaptados. No entanto, esses sistemas são geralmente similares para a comunidade fitoplanctônica, em termos de pequenas escalas espaciais e temporais (REYNOLDS, 1999).

Nesse contexto, a utilização da comunidade fitoplanctônica como descritor do estado ecológico em ecossistemas de água doce é importante devido principalmente, ao seu curto ciclo de vida, e da sua sensibilidade e capacidade de responder rapidamente a mudanças ambientais. Estes fatores podem interferir diretamente no desenvolvimento e metabolismo das espécies, tendo maior sucesso as espécies mais resistentes (SANT'ANNA *et al.*, 2006). É evidente que diferentes grupos fitoplanctônicos fornecem informações importantes sobre os ambientes aquáticos e sua limnologia, constituindo ferramentas substanciais ao monitoramento e manejo desses ecossistemas (CROSSETTI & BICUDO, 2008).

Assim, considerando a ampla gama de fatores capazes de determinar a variabilidade do fitoplâncton, o objetivo deste estudo foi investigar quais foram às estratégias adotadas pelo fitoplâncton com base em seus traços morfológicos, em uma escala temporal no açude Bodocongó. Desta forma, testou-se a hipótese de que a estrutura da comunidade fitoplanctônica (tamanho, forma e biovolume) será moldada pela intensidade luminosa em um gradiente vertical, visto que selecionará as espécies mais adaptadas.

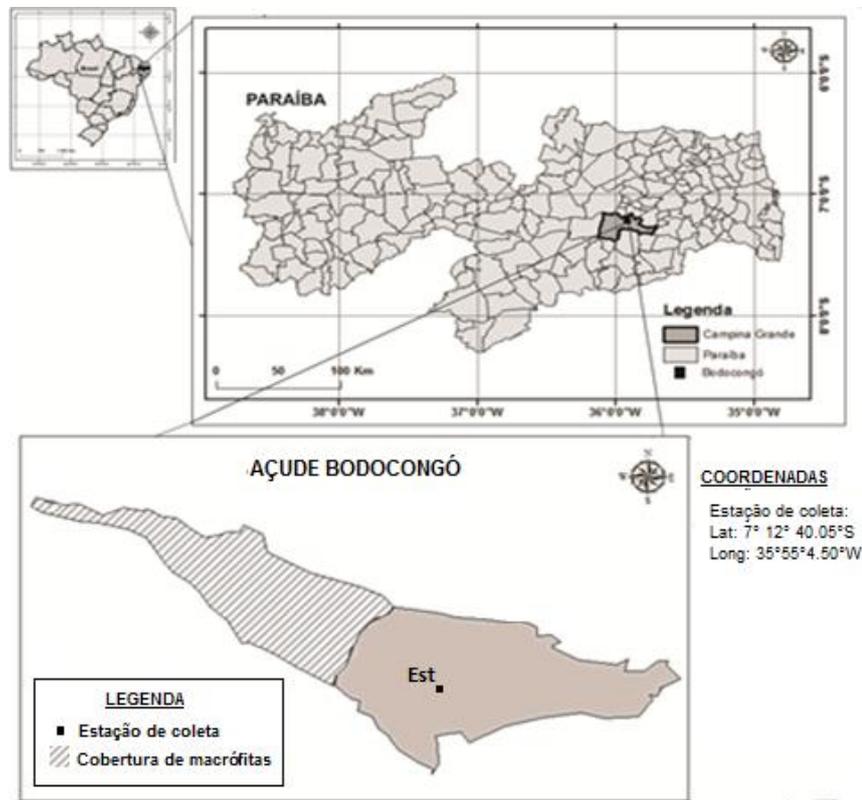
2. . MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no reservatório urbano, Bodocongó (7 ° 13 '11 "S, 35 ° 52' 21" W), localizado na região do semiárido do nordeste brasileiro (Figura 1) a uma altitude de 508 m acima do nível do mar. O reservatório ocupa uma área de 352.720 m², com uma profundidade média de 4,5 m, e uma capacidade de cerca de 1.019.830 m³ de armazenamento. Refletindo o estado eutrófico e falta de mata ciliar em Bodocongó decorrente ao projeto de urbanização realizado pela prefeitura, cerca de 53% de sua área total é coberta pelas macrófitas *Eichhornia crassipes*. Historicamente, este reservatório foi o primeiro ecossistema aquático brasileiro a ser submetido à pesquisa limnológicas sistemáticas; foi estudado nos mais diferentes aspectos

de sua limnologia, pelo limnólogo americano Stillman Wright. O clima da região é de acordo com a classificação de Köppen, quente, semiárido com uma estação 7-9 mês seco. A temperatura média anual está entre 28 e 31 ° C e precipitação é cerca de 700 mm / ano.

Figura 1. Representação da localização geográfica do Açude Bodocongó. Campina-Grande – PB.



2.2 Amostragem

As amostragens foram realizadas mensalmente durante o período de outubro de 2015 a abril de 2016 no corpo central do reservatório. As amostras foram coletadas de acordo com a intensidade de penetração da luz (100%, 1%, 50% e 0% de luz).

Os dados físicos da água, coletados simultaneamente aos dados biológicos, foram: temperatura da água, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (ambos com auxílio da sonda multiparamétrica HORIBA® U- 50) e transparência da água (disco de Secchi). Amostras de água foram coletadas com garrafa de Van Dorn e armazenadas em garrafas de polietileno de 100 mL para identificação e quantificação do fitoplâncton, as quais foram fixadas no campo com solução de Lugol 4%.

As identificações das populações fitoplanctônicas foram feitas em microscópio binocular Zeiss Axio Lab.A1 com contraste de fase, ocular micrometrada, câmara clara e

câmara digital acoplada, sendo feito a análise de características morfológicas e morfométricas das fases vegetativa e reprodutiva. A abundância das populações fitoplanctônicas (ind mL^{-1}) foram estimadas pelo método da sedimentação de Utermöhl (1958), em microscópio invertido Carl Zeiss, modelo Axiovert 25, a 400x. O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou de detrito. O tempo de sedimentação foi de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara (MARGALEF 1983). Os indivíduos (células, colônias, filamentos) foram enumerados em campos aleatórios (UHELINGER 1964), em número suficiente para alcançar 100 indivíduos da espécie mais freqüente, sendo o erro inferior a 20%, ($p < 0,05$) (LUND et al. 1958). O biovolume algal foi calculado a partir dos valores médios das medidas de no mínimo 30 indivíduos, dependendo do tamanho da população analisada. Os cálculos basearam-se nas fórmulas sugeridas por Hillebrand *et al.* (1999) e Sun & Liu (2003).

2.3 Análise estatística

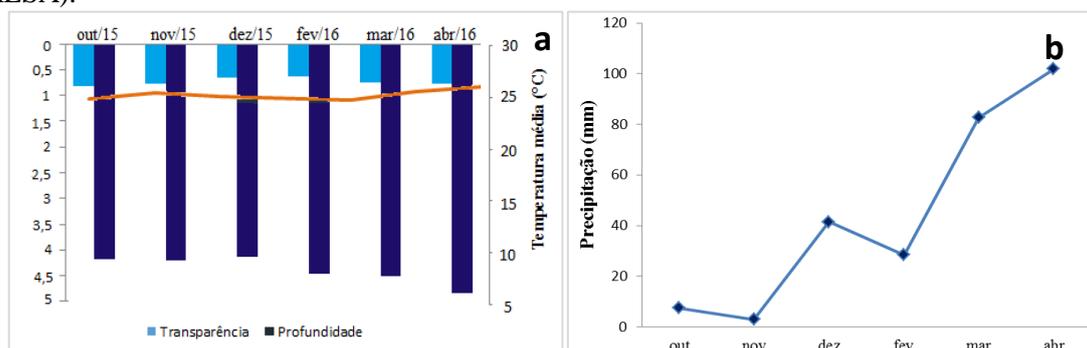
Foram calculadas a média (\bar{X}) como medida de tendência central e as medidas de dispersão foram avaliadas através do desvio padrão ($\pm DP$) no Software Excel (2007).

3. RESULTADOS

3.1 Caracterização Limnológica

A profundidade da coluna d'água nas coletas mensais obteve pouca variação, oscilou entre 4,14 a 4,85m e média de 4,40m, enquanto a transparência da água variou entre 0,63 a 0,83m, com média de 0,74m (Figura 2), caracterizando as águas do sistema como turvas. A baixa variação da profundidade pode estar associada à baixa precipitação pluviométrica, na qual a cidade de Campina grande foi submetida (Figura 2). O ciclo pluviométrico só atingiu aumento significativo a partir do mês de abril como chuvas de até 101,8mm.

Figura 2. Variação da profundidade e transparência da água no açude Bodocongó (A) e precipitação total mensal (mm) durante o período de outubro de 2015 a abril de 2016 (A) (Dados informados pela AESA).



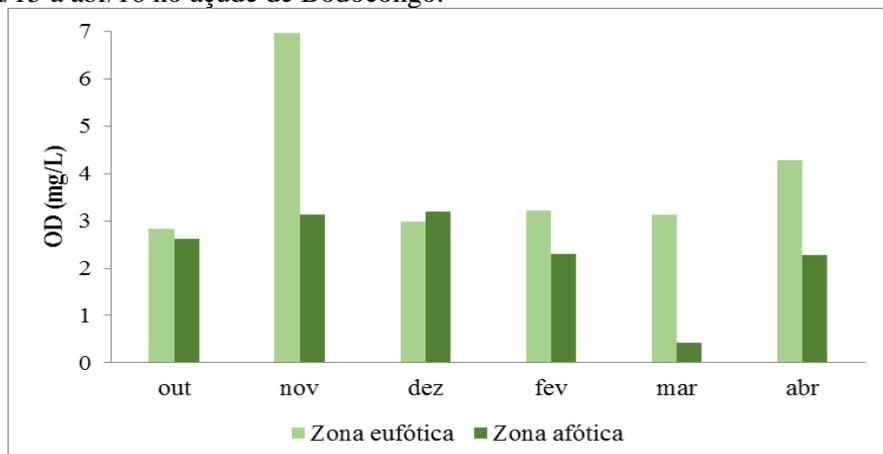
Uma tendência básica de pH foi registrada de forma muito semelhante entre as estações coletadas. A condutividade elétrica manteve-se constante com valores elevados por intermédio da grande concentração de partículas carregadas eletricamente presentes na água, as quais são decorrentes do processo de eutrofização presente no manancial (Tabela 1).

Tabela 1. Média(X) e desvio padrão (\pm DP) das variáveis físicas e químicas mensuradas no período de Out/15 a abr/16. (OD: Oxigênio Dissolvido; PT: Fósforo Total Dissolvido).

Variáveis	Out/15		Nov/15		Dez/15		Fev/16		Mar/16		Abr/16	
	X	\pm DP	X	\pm DP	X	\pm DP	X	\pm DP	X	\pm DP	X	\pm DP
Secchi (m)	0,81	0,02	0,72	0,1	0,7	0,07	0,71	0,04	0,75	0,1	0,74	0,1
Temperatura (°C)	25,17	0,13	25,9	0,17	25,5	0,9	25,08	0,45	26	0,07	26,63	0,04
pH	6,98	0,04	7,23	0,2	7,5	0,59	7,36	0,45	8,15	0,05	6,82	0,44
Condutividade (mS/cm)	2,78	0,005	2,97	0,01	3,52	0,01	3,89	0,49	3,42	0,009	2,33	0,005
OD (mg/L)	2,78	0,18	6	2,01	3,03	0,18	2,98	0,51	2,45	1,37	3,77	1,07
PT (μ g/L)	2115,25	53,59	1575,06	472,11	3022,75	180,84	1172	306,79	1423,25	72,84	1342,62	97,15

O oxigênio dissolvido (OD) apresentou um perfil clinogrado de distribuição com águas mais oxigenadas na superfície em detrimento da região mais profunda do reservatório. No entanto, é evidente que o sistema sempre manteve-se pouco oxigenado ($X = 3,11$ mg/L), com exceção para o mês de nov/15, onde a superfície alcançou 6,96mg/L. Desta forma, é percebido que os níveis de OD tende a diminuir em profundidades mais altas, como observado para o mês de mar/16 (0,43 mg/L), o que induziu a anoxia no sistema (Figura 4).

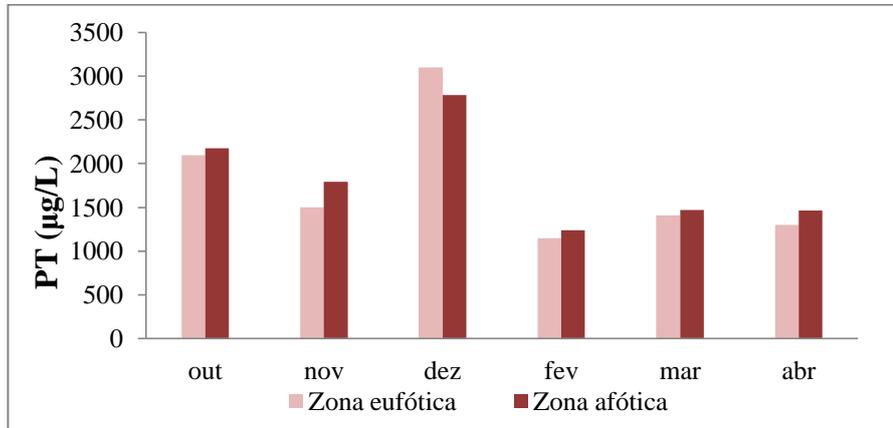
Figura 3. Níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) na coluna d'água (zona eufótica e afótica) no período de out/15 a abr/16 no açude de Bodocongó.



As concentrações de fósforo total foram observadas em grande quantidade ao longo do período de coletas. Os valores na ordem de 3022,75 μ g/L caracterizam o sistema como

eutrófico (Figura 5). Apesar disto, é percebida significativa redução deste nutriente ao longo do tempo, que pode estar associado ao aumento dos índices pluviométricos.

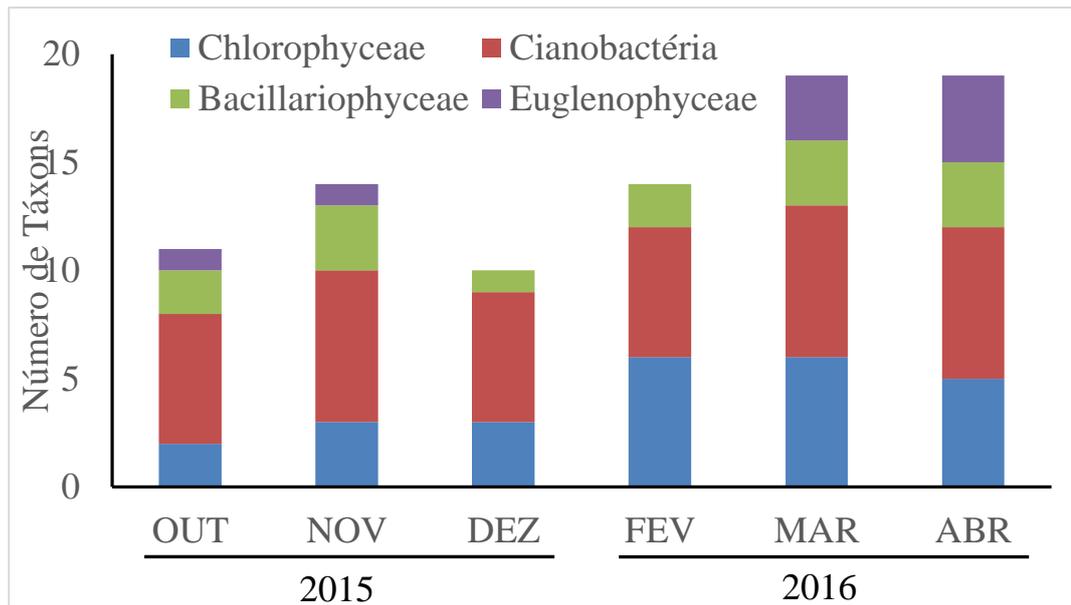
Figura 4. Níveis de Fósforo total dissolvido (PT) na coluna d'água (zona eufótica e afótica) no período de out/15 a abr/16 no açude de Bodocongó.



3.2 Comunidade Fitoplanctônica

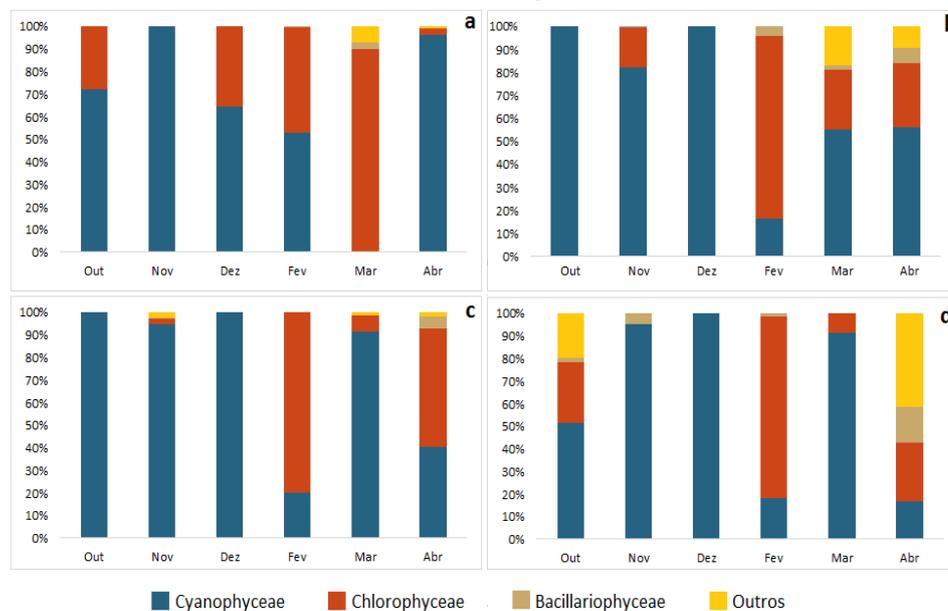
A comunidade fitoplanctônica apresentou 31 táxons, distribuídas em cinco classes taxonômicas (APÊNDICE I). A classe Chlorophyceae apresentou 36% do total de táxons registrados, seguida de Cyanophyceae (32%), Bacillariophyceae (19%), Euglenophyceae (7%), e Zygnemaphyceae (6%). A classe Cyanophyceae foi a mais representativa em nível de riqueza específica em todo período amostral. Para esta classe, o número de táxons mostraram-se constantes, diferente das clorófitas que obtiveram uma discreta alteração para os meses fev/16 e mar/16. A baixa variação de riqueza pode estar atrelada a presença de dominância, o que tornou as cianobactérias ao longo do tempo com maior número de táxons.

Figura 5. Variação na riqueza de espécies fitoplanctônicas no açude Bodocongó no período de Outubro/2015 a Abril/2016.



O biovolume total do fitoplâncton apresentou média de 914,1 mm³/L, na qual a comunidade de cianobactérias foi a melhor representada por categorias de maior volume, predominando organismos coloniais, quatro dessas espécies (*Microcystis panniformis*, *M. aeruginosa*, *Aphacocapsa elachista* e *A. inserta*) contribuindo com cerca de 90% para a biomassa total de cianobactérias em toda coluna d'água (zonas eufótica e afótica). (Figura 6). A contribuição dos demais grupos foi inferior 10 % considerando todo o período estudado.

Figura 6. Contribuição relativa do biovolume para as classes taxonômicas do fitoplâncton (%) no período de outubro de 2015 a abril de 2016, nas profundidades 100%(a), 50%(b), 1%(c) e Zmáx(d).



A classe Chlorophyceae obteve média 2% volume total em toda coluna d'água, abundantes no sistema com maiores registros para o mês de fevereiro (71,5%) e menores valores no sentido a zona afótica, sem nenhum registro para os meses de nov/15 e dez/15. Vale ressaltar que este grupo foi constituído majoritariamente por espécies de Scenedesmus.

As Euglenophyceae foram o terceiro grupo a contribuir com o volume algal, sendo melhor representada na região afótica (20%) para o mês de out/15 e (42%) abr/16, não sendo observada a incidência desses organismos para os meses de dez/15 e fev/16. As Bacillariophyceae obtiveram pouca contribuição, e assim como as Euglenophyceae obtiveram maior aporte na região mais profunda do reservatório (15%). Em relação às Zygnemaphyceae, a contribuição foi de 10%, ocorrendo apenas no mês de março e abril. Estes grupos tiveram pouca frequência no sistema, sendo notada a ausência em metade dos meses estudados (out/15; dez/15; fev/16). É evidente que a dominância de cianobactérias no sistema, refletiu na redução do biovolume dos demais grupos algais, que somados contribuíram com somente 3% do biovolume total.

Contudo, foi observado que durante os meses de fev/15 e abr/16 o padrão de predominância das cianobactérias demonstrou não persistir, levando o decréscimo dos valores de seu volume. No mês de fev/16 as cianobactérias reduziram no sentido a zona afótica. Já as clorofíceas aumentaram seu volume na região afótica, que mesmo decrescendo em direção a menor incidência de luz obteve maior volume na Z_{máx} comparado com o grupo anterior.

Em abr/16 as Euglenofíceas tiveram seu momento de aumento do biovolume na zona afótica, ultrapassando as clorofíceas, e cianobactérias. Estes organismos flagelados foram representados principalmente por espécies de *Trachelomonas*.

3.3 Caracterização morfológica

A comunidade fitoplanctônica apresentou uma ampla variedade de formas: esféricas, elipsoides, cilíndrico-curtas, outras alongadas e algumas mais complexas com presença de espinhos, colônias formando cenóbios estrelados ou até mesmo tetraédricos. (Figura 7).

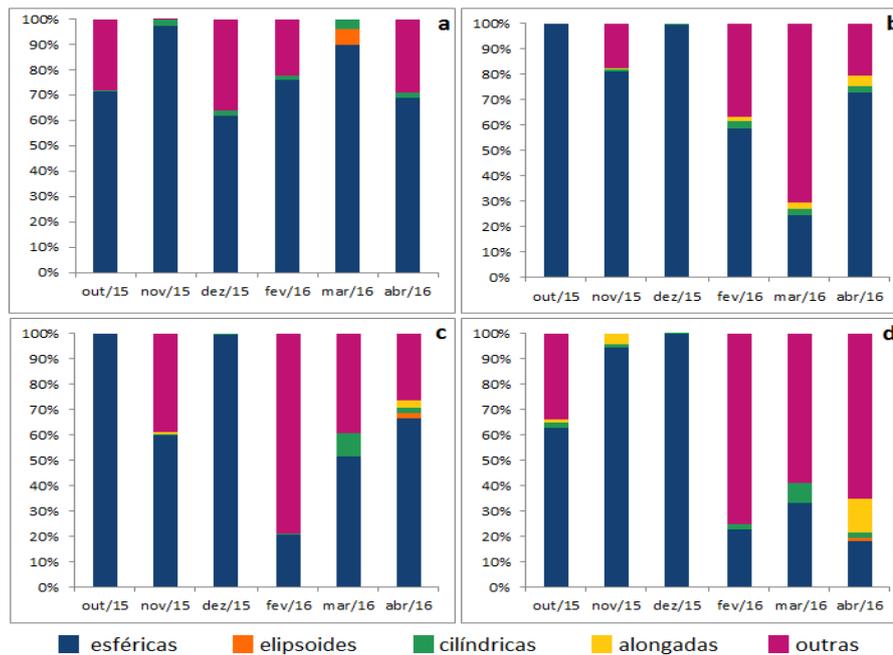


Figura 7. Representação do biovolume (%) de acordo com a morfologia fitoplânctônica no período de outubro de 2015 a abril de 2016, nas profundidades 100%(a), 50%(b), 1%(c) e Z_{máx}(d).

Era de se esperar maior contribuição das espécies na forma esférica (93%), já que houve maior biovolume de espécies de cianobactérias coloniais. De modo geral, as formas esféricas foram representadas por cianobactérias e algumas clorofíceas, tendo maior contribuição as espécies de *Microcystis* e *Aphanocapsa*. Um pico de biovolume para este tipo morfológico foi observado no mês de dez/15 em algumas partes da coluna d'água, principalmente na zona afótica atingindo quase 100%. As filamentosas (3%) foram representadas por *Limnothrix* e *Planktothrix*, e pela diatomácea *Cyclotella*. Esse tipo morfológico obteve maior contribuição em mar/16, nas áreas mais iluminadas do sistema com presença apenas das cianobactérias (71%) e contribuição das *Cylotella* (29%) na região profunda.

Em relação aos organismos mais complexos em termos de morfologia, a exemplo de algumas clorofíceas, diatomáceas e zignemafíceas foram agrupados no mesmo grupo “outras” (Figura 7), contribuindo com 4% no total. A distribuição desses organismos na coluna d'água foi representado pela presença de clorofíceas e zignemafíceas nas regiões iluminadas e euglenofíceas e diatomáceas na zona afótica. Esse padrão ocorreu especialmente nos meses de out/15, nov/15 e fev/16. A forma elipsoide obteve o menor biovolume menos de 1% no total, tendo apenas como representante a espécie *Trachelomonas volvocina*.

Além da diversidade de formas, foi significativa a variabilidade de tamanhos nos diferentes organismos, variando mínimo 0,8µm e máximo 19,5µm. Os organismos coloniais

mostraram-se dominantes durante todo o estudo, com picos em out/15 e dez/15 submetidos a pouca e nenhuma luminosidade. Estes organismos esféricos ofereceram diâmetros médios entre 0,8 a 9,7 μm , que comparados aos outros organismos fitoplanctônicos torna-os bem menores. Em *A. elachista*, espécie bastante frequente no sistema o diâmetro variou entre 1,8-2,3 μm tendo colônias em média de 161,09 células. Já em *A. delicatissima* o diâmetro foi bem inferior atingindo apenas 1 μm , no entanto suas colônias atingiram a quantidade de 959,3 células. A cianobactéria *A. incerta* apresentou seu tamanho bem alterável, com diâmetros entre 1,5- 2,5 μm , em média suas colônias apresentaram 97,28 células que comparados as outras espécies tornou-a menor em nível de tamanho. Esta última espécie foi abundante em todo o sistema sendo observada em toda coluna d'água. De modo geral o diâmetro das *Aphanocapsa* no sistema foi em média 1,3 μm . Em relação às espécies de *Microcystis* foram observados maiores tamanhos em relação a colônia com aproximadamente 2308,95 células, atingindo diâmetros entre 2,7-4 μm para *M. panniformis* e 4-5 μm de diâmetro para *M. aeruginosa*. O diâmetro médio foi de 3,5 μm . Apesar de estas terem formado colônias relativamente grandes, não estiveram presente em todo período amostral, foi possível observar maior frequência sentida a zona afótica principalmente em meses de significativo aumento da pluviosidade (mar/16; abr/16). A *C. microporum*, por se tratar de uma espécie de clorófitas é de se esperar diâmetros maiores, no sistema obteve variação entre 8-11,4 μm .

Os organismos de forma cilíndrica apresentaram diâmetros entre 0,9-1,5 μm e comprimento de 3,3-6 μm . O tamanho da *Planktothrix isothrix* variou entre 4,5-6 μm de diâmetro e 3-4,5 μm de comprimento, tendo a *P. agardi* variação de 4-5 μm de diâmetro e 2,5-4 μm comprimento. Outra espécie pertencente a essa forma é a *Limnothrix*, esta apresentou menor diâmetro 1-1,4 μm e comprimento 3,2-4,1 μm .

Tratando-se de formas cilíndricas, logo se imagina espécies pertencentes a filamentosas, no entanto a diatomácea *C. meneghiniana* enquadrou-se nesta forma, sendo compostas por frústulas cilíndricas com diâmetro maior que altura, classificando-as na forma cilíndrico-curtas. Esta espécie mostrou diâmetros entre 12-16 μm e altura entre 3,1-4 μm . Vale ressaltar que esta espécie foi à única frequente da classe Bacillariophyceae.

Uma das formas concebida pelas clorófitas foi “cilindro + dois cones”, representadas por *Actinastrum aciculare* e *Ankistrodesmus gracilis*. A *A. aciculare* obteve largura 1,7-2 μm e comprimento de 9,9-12,2 μm . Vale salientar que este organismo foi composto por cenóbios estrelados formados por 8 células. Em *A. gracilis*, sua colônia regular foi formada por 4 células unidas por suas superfícies convexas, apresentou 3-3,3 μm de largura e 20-26,4 μm de comprimento.

As espécies *S. obliquus*, *S. acuminatus*, *S. armatus* e *O. borgei* exibem em suas colônias células na forma “oval” ou “esfera largamente espalhada” com diferentes arranjos. Nas espécies de *S. obliquus* os cenóbios foram formados por quatro células, onde no centro foi organizada de forma reta e nas externas de forma semilunadas curvadas levemente para fora do cenóbio. Sua largura mediu 2-4,5 μ m e comprimento de 12-15,7 μ m. Em *S. acuminatus* também obteve um arranjo formado por 4 células, no entanto o que diferencia esta espécie da anterior é a organização das células externas que são lunadas e afiladas no ápice. Seu tamanho foi maior atingindo largura de 2,4-3,6 μ m e 13-17 μ m de comprimento. Já a espécie *S. armatus* apresentou maior variação no que diz respeito a organização das células de seu cenóbio, onde em alguns momentos pôde atingir 8 células. O arranjo destas foi distribuído de forma linear com um espinho em cada ponta, o tamanho foi consideravelmente maior com larguras entre 3,3-7,3 μ m e comprimento 10,5-19,8 μ m. Em relação a *O. borgei* o arranjo de suas células ovoides foram distribuídas irregularmente na colônia, variando de 4-8 células. Obteve tamanho de 9,1-13,5 na largura e 11,9-17,3 de comprimento. Apesar de apresentar uma grande variedade de tipos morfológicos, as clorofíceas foram abundantes apenas na zona eufótica, com preferencia nas camadas superiores.

Outra ornamentação demonstrada pelas algas foi o formato de “dois cones”. Esta morfologia foi concebida as espécies de *C. parvulum*, *C. setaceum* e *M. griffithii*. O tamanho da zignemafícea *C. setaceum* variou entre 11,7-17,9 μ m de largura e 105-121 μ m de comprimento. Já em *C. parvulum* a largura foi de 14,3-19,5 μ m e comprimento de 129-167 μ m. A clorofícea *M. Griffithii* obteve largura entre 2-2,4 μ m e comprimento de 27-45 μ m.

A morfologia da maioria das espécies de diatomáceas presentes no sistema foi representada pela forma de “prisma”, a exemplo de *Stauroneis sp*, *Craticula sp* e *Nitzschia sp*. A largura de 3,8-4,9 μ m e comprimento de 8,8-9,78 μ m foi concebida para *Nitzschia sp*, medidas de 4,6-5,1 μ m de largura e 9,5-10,2 μ m de comprimento para *Craticula* e em *Stauroneis* 4,9-5,7 μ m de largura e 10,3-11,4 μ m de comprimento. Outra variação morfológica das diatomáceas foi o formato em “caixa”, representado por *Synedra sp*. Nesse sistema esta espécie atingiu largura entre 8-8,9 μ m e 101-120 μ m de comprimento. De modo geral, tanto as diatomáceas como as zignemafíceas descritas acima foram pouco frequentes, estando ausentes em grande parte do período amostral.

Por fim, o outro desenho morfológico observado foi na forma de “cone + metade elipsoide” representado pela *Euglena Oxyuris*. Esta obteve valores em suas medidas variando entre 15-21 μ m de largura e 89-120 μ m de comprimento. Esta também manteve-se pouco frequente no sistema, presentes apenas em regiões pouco iluminadas.

4. DISCUSSÃO

As condições eutróficas do reservatório Bodocongó, evidenciam baixa qualidade da água. As altas cargas de nutrientes provavelmente provém da população que vive em torno do reservatório, o qual recebe efluentes domésticos e industriais. Este resultado corroborou com estudo realizado por Moura *et al.*, (2012) para o mesmo reservatório.

Maior riqueza taxonômica para as cianobactérias, como observada para o açude Bodocongó provocou uma drástica queda nas espécies de outras classes algais. A dominância por cianobactérias está associada a vários fatores físico-químicos, biológicos e climatológicos (BOUVY *et al.*, 1999). Radiação solar prolongada, elevado aporte de nutrientes e tempo de residência, além de elevada turbidez da água promovem o sucesso de espécies de cianobactérias em reservatórios eutrofizados (COSTA, 1999).

Segundo Moss *et al.*, (2003) a perda na riqueza de espécies está associada a presença de populações oportunistas que se beneficiam deste cenário para aumentar seu número de indivíduos na comunidade. Presume-se que o grupo que mais irá se beneficiar das condições presentes no sistema, são as cianobactérias, competidoras superiores às algas eucariontes por luz e nutrientes, além de apresentarem melhores taxas de crescimento em temperaturas de 25°C a cima (ROBARTS & ZOBARY, 1987; PEARL & HUSHIMAN, 2008; SUKENIK *et al.*, 2012; O'NEIL *et al.*, 2012).

O biovolume fitoplantônico apresentou variação significativa entre os meses estudados com picos de volume para as cianobactérias. A predominância de Cyanophyceae quanto ao volume, incide sobre diferentes questões relacionadas à espécie dominante e condições do corpo aquático. De acordo com Azevedo (1998), o desenvolvimento desses organismos é favorecido sob concentrações de pH neutro a alcalino(6-9), temperatura entre 15° e 30°C e alta concentração de nutrientes. Essas condições favoráveis são encontradas em Bodocongó, e explicam grande desenvolvimento deste grupo na coluna de água.

Em altas ou baixas incidências de luminosidade ocorreram florações de *Aphanocapsa* e *Microcystis*, tornando-as abundantes no sistema. A capacidade de modificar sua flutuabilidade graças à presença de vesículas de gás chamadas de aerótopos é mais uma vantagem observada em algumas espécies de cianobactérias planctônicas. Graças ao balanço entre a produção de aerótopos e o acúmulo de carboidratos densos, produzidos por fotossíntese, algumas cianobactérias são capazes de migrar verticalmente na coluna d'água e assim, garantir o acesso a nutrientes que costumam se concentrar nas camadas mais profundas

e, além disto, proteger-se contra condições de alta radiação da superfície (WALSBY *et al.*, 2006).

Na zona afótica, as diatomáceas ao longo do tempo foram abundantes. Este fato está associado devido esses organismos serem adaptados a alta turbulência, sendo favorecidos pela re-suspensão do sedimento e baixa disponibilidade de luz, corroborando com Reynolds (1997) e Costa *et al.*, (2009). As euglenofíceas também persistiram no sentido mais profundo do reservatório. Para Kruk *et al.*, (2010) os flagelos e aerótopos são também traços morfológicos importantes por permitirem determinadas espécies selecionarem a profundidade ótima para sua própria fotossíntese.

Em contrapartida, as clorofíceas tendem a saturar seu crescimento em irradiâncias mais elevadas, sendo menos suscetíveis a fotoinibição (RICHARDSON *et al.*, 1983). Mas estudos realizados por Reynolds *et al.*, (2002) mostrou que as espécies do gênero *Coelastrum* e *Scenedesmus* são predominantes em lagoas e lagos rasos e enriquecidos. Estes gêneros são capazes de crescer em condições de alta turbidez, pois possuem em geral adaptações morfológicas (espinhos, processos, setas) ou fisiológicas (produção de mucilagem) que as mantêm em suspensão próxima a superfície da água onde a luz não se torna um fator limitante (HAPPEY-WOOD 1988).

A comunidade fitoplanctônica apresentou ampla variação de formas, no entanto apenas um tipo morfológico foi dominante no sistema, as esféricas representadas pela *Aphanocapsa*, *Microcystis* e *Coelastrum*. Além disto, o tamanho destas foi relativamente pequeno comparado aos outros morfotipos. A dominância dessa morfologia pode estar associada com a razão superfície/volume, já que estas são compostas por indivíduos pequenos. Espécies com diâmetros maiores apresentam maiores restrições ao crescimento, logo que a área superficial aumenta numa proporção que resulta na distância intracelular que os metabólitos devem percorrer dentro da célula. A aplicação disto é que células esféricas pequenas são metabolicamente mais ativas, absorvem e utilizam mais rapidamente os nutrientes e se reproduzem mais rapidamente do que as espécies maiores (LEWIS 1976). Isto justifica o motivo da dominância para as espécies de *A. elachista* e *M. panniformis* em alguns momentos na coluna d'água. Estas espécies mantiveram seus diâmetros ($\pm 1,3\mu\text{m}$) e ($\pm 2,7\mu\text{m}$) respectivamente, comparados a outros trabalhos (CROBERG & KOMÁREK, 1994; KOMÁREK *et al.*, 2002; SANT'ANA *et al.*, 2004) foram relativamente pequenos.

De acordo com Naselli-Flores & Barone (2007) o aumento do volume confere maior tolerância às algas em condições limitantes de luz. Nesse sentido, a frequência das diatomáceas penadas na região profunda do sistema está associada a condições de pouca luz.

Da mesma forma para as grandes colônias formadas pelas *M. aeruginosa* e *M. panniformis*, já que devido à grande biomassa destas, aumenta os coeficientes de luz. As formas cilíndricas também se enquadram neste contexto. Os gêneros *Planktothrix* e *Limnothrix* parecem ser bem eficientes neste cenário, sendo bastante frequente em lagos túrbidos e mesclados (REYNOLDS 2006). Este último autor ainda mostra que quanto maior a atenuação da forma, melhor será a recepção da luz (boas antenas de luz), pelo menos quando orientadas corretamente no campo de fluxo de fótons. Isto também explica a abundância de clorófitas, principalmente para os táxons de *Scenedesmus*, na superfície do corpo aquático.

5 CONCLUSÃO

As condições eutróficas do reservatório afetou fortemente a trajetória morfo-funcional do fitoplâncton. As espécies ao longo do estudo obtiveram morfologias mais simples (esférica e cilíndrica), permitindo-lhes maior persistência e resistência ao ambiente. Desta forma, as cianobactérias foram estrategicamente mais eficientes dominando toda coluna d'água.

ABSTRACT

The functional classification of phytoplankton based on their morphology can be used to predict the ecological status of ecosystems, using readily observable traits, such as volume, maximum linear dimension, surface area, presence of mucilage, flagella, and aerótopos heterocyst. The aim of this study was to investigate what were the strategies adopted by phytoplankton based on their morphological traits in a time scale on reservoir Bodocongó. Monthly samples were collected in the dam Bodocongó (7°13 11 "S, 35 ° 52 '21" W), in October 2015 intervals to April 2016. They were measured wealth, biovolume and morphology of phytoplankton species, and phosphate concentrations of nutrients in the water. Eutrophic conditions Bodocongó reservoir, show poor water quality. Phytoplankton community presented 31 taxa, distributed in classes: Chlorophyceae showed that 36% of registered taxa, followed by cyanobacteria (32%), Bacillariophyceae (19%), Euglenophyceae (7%) and Zygnemaphyceae (6%). The cyanobacteria class was the most representative in a specific level of wealth throughout the sample period. The total biovolume Phytoplankton averaged 914.1 mm³ / L, in which cyanobacteria were the best represented (90%) by categories of higher volume, predominantly colonial organisms (*Microcystis panniformis* Kützing 1846, *M. aeruginosa* Komárek 2002 *Aphanocapsa elachista* West 1894 and *A. inserted* Cronberg & Komárek 1994). The contribution of other groups was less than 10% considering the entire study period. Regarding morphology, a wide variety of shapes was observed: spherical, ellipsoid, cylindrical, short, elongated and some other more complex with the presence of thorns, forming colonies cenobia stellate or tetrahedral even. However only a morphological type was dominant in the system, the spherical represented by *Aphanocapsa*, *Microcystis* and *Coelastrum*. Moreover, these size was relatively small

compared to other morphotypes. Species throughout the study obtained simple morphologies (spherical and cylindrical), allowing them greater persistence and resistance to the environment, being strategically more efficient cyanobacteria dominating the entire water column. Thus, it became clear that the eutrophic reservoir conditions strongly affected the morpho-functional trajectory of phytoplankton.

Keywords: Ecological traits. Community structure. Eutrophication.

6.0 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, S. M. F. O., 1998. **Toxinas de Cianobactérias: Causas e conseqüências para a Saúde Pública**. Medicina On line – Revista Virtual de Medicina, Vol. 1, n° 3, Ano I .
- BEISNER, B.; PERES-NETO , P.; LINDSTRO, E.; BARNETT,B. & LONGHI, M. 2006. **The role of environmental and spatial processes in structuring lake communities from bacteria to fish**. *Ecology*, 87: 2985-2991.
- BOUVY, M., MOLICA, R., OLIVEIRA, S., MARINHO, M. and BEKER, B. **Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (Cylindrospermo psis raciborskii) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil**. *Aquat. Microb. Ecol.*, 1999, vol 20, p. 285-297.
- BRASIL, J. & HUSZAR, VLM. 2011. **O papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental**. *Oecologia Australis*, vol. 15, no. 4, p. 799-834.
- CHELLAPPA NT, BORBA JM AND ROCHA O. 2008. **Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil**. *Braz J Biol* 68(3): 477-494.
- COSTA. I. A. S., **Ecologia Dinâmica da Comunidade Fitoplanctônica da Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, Assu/RN**, 158p. Dissertação de Mestrado (Bioecologia Aquática) -Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999.
- COSTA , L.S.; HUSZAR, V.L.M. & OVALLE , A.R. 2009. **Phytoplankton Functional Groups in a Tropical Estuary: Hydrological Control and Nutrient Limitation**. *Estuaries and Coasts*, 32:508-521,
- CROSSETTI, L.O. & BICUDO, C.E.M. 2008. **Adaptations in phytoplankton life strategies to imposed change in a shallow urban tropical eutrophic reservoir, Garças Reservoir, over 8 years**. *Hydrobiologia* 614: 91-105.
- DOMINGUES, R.B.; BARBOSA, A.B.; SOMMER U.; GALVÃO H.M.; 2012. **Phytoplankton composition, growth and production in the Guadiana estuary (SW Iberia): Unraveling changes induced after dam construction**. *Science of the Total Environment*, 416: 300-313.
- FINLAY, B.J. (2002). **Global Dispersal of Free-Living Microbial Eukaryote Species**. *Science*, 296: 1061-1063.
- GESSNER, M.O., INCHAUSTI P., PERSSON L., RAFFAELLI D.G. & GILLER P.S. (2004). **Biodiversity effects on ecosystem function ning: insights from aquatic systems**. *Oikos* 104: 419–422;
- GILLER,P. S., HILLEBRAND H., BERNINGER U. G., GESSNER M. O, HAWKINS S., INCHAUSTI P., INGLIS C., LESLIE H, MALMQVIST B., MONAGHAN M. T., MORIN P. E O'MULLAN G. (2004). **Biodiversity effects on ecosystem functioning: emerging issues and their experimental test in aquatic environments**. *Oikos* 104: 423-/436;

HAPPEY-WOOD, C.M. (1988). **Ecology of freshwater planktonic green algae. In Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton.** (C.D. Sandgren, ed.). Cambridge University Press Cambridge, p.175-226.

HILLEBRAND, H.; DÜRSELEN, C.; KIRSCHTEL, D.; POLLINGHER, U.; ZOHARY, T. **Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae.** *Journal of Phycology*, v. 35, n. 1, p. 403-424, 1999.

HILLEBRAND, H. & AZOVSKY, A.I. (2001). **Body size determines the strength of the latitudinal diversity gradient.** *Ecography*, 24, 251-256.

JUN SUN AND DONGYAN LIU. 2003. **Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton.** *Journal of Plankton Research*, volume 25, number 11 pages 1331–1346.

KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J.; SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P. & SENNA, P.A.C. (2002). **Two common *Microcystis* species (Chroococcales, Cyanobacteria) from tropical America, including *M. panniformis* sp. nov.** *Cryptogamie Algologie* 23: 159-177.

KRUK, C.; HUSZAR, V.L.M.; PEETERS, E.T.H.M.; BONILLA, S.; COSTA, L.; LÜRLING, M.; REYNOLDS, C. & SCHEFFER, M. 2010. **A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton.** *Freshwater Biology*, 55: 614-627.

KRUK, C.; PEETERS, E.T.H.M.; VAN NES, E.H.; HUSZAR, V.L.M.; COSTA, L.S. & SCHEFFER, M. 2011. **Phytoplankton community composition can be predicted best in terms of morphological groups.** *Limnology and Oceanography*, 56: 110-118.

LEWIS, W.M.J. (1976). **Surface/volume ratio: implications for phytoplankton morphology.** *Science*, 192: 885-887.

LUND, J.W.G., KIPLING, C. & LECREN, E.D. 1958. **The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting.** *Hydrobiologia* 11:143-170.

MARGALEF, R. (1983). **Limnologia.** Editora Omega, Barcelona, 1100 p.

MARGALEF, R. (1978). **Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment.** *Oceanologica Acta*, 1:493-509.

MOURA, N.A., WOCYLI-DANTAS, Ê & BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. 2007. **Structure of the Phytoplankton in a Water Supply System in the State of Pernambuco – Brazil,** *Braz Arch Biol Technol* 50(4): 645-654.

MOURA, G.C.; MONTEIRO, F.M.; VIANA, L.G.; ALBUQUERQUE, M.V.; SILVA, S.M. **Evolução do estado trófico do reservatório de Bodocongó, Semiárido, Brasil.** *Anais do Encontro Nacional de Educação, Ciência e Evolução – UEPB*, 2012.

MOSS, B., MCKEE, D., ATKINSON, D., COLLINGS, S.E., EATON, J.W., GILL, A.B., HARVEY, I., HATTON, K., HEYES, T. and WILSON D.(2003). **How important is climate? Effects of warming, nutrient addition and fish on phytoplankton in shallow lake microcosms.** *J App Ecol* 40:5:782-792.

NASELLI-FLORES, L. & BARONE, R. (2007). **Pluriannual morphological variability of phytoplankton in a highly productive Mediterranean reservoir (Lake Arancio, Southwestern Sicily).** *Hydrobiologia*, 578: 87-95.

O'NEIL, J.M.; DAVIS, T.W.; BURFORD, M.A.; GOBLER. C.J. 2012. **The rise of harmful cyanobacteria blooms: The potential roles of eutrophication and climate change.** *Harmful Algae*.v.14, p. 313–334.

PADISÁK, J., É. SORÓCZKI-PINTÉR, É & REZNER, ZS. (2003). **Sinking properties of some phytoplankton shapes and relation of form resistance to morphological diversity of plankton – an experimental study.** *Hydrobiologia* 500: 243-257.

PAERL, H.W.; HUISMAN, J. 2008. **Climate: blooms like it hot.** *Science*. V. 57, p. 320.

REYNOLDS, C.S. (1980). **Phytoplankton associations and their periodicity in stratifying lake systems.** *Holarctic Ecology*, 3,141-159.

REYNOLDS, C.S. (1988). **Functional morphology and the adaptive strategies of freshwater phytoplankton.** Pp. 388-433. In: C.D. Sandgren (ed.). **Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton.** Cambridge University Press, New York, NY. 442p.

REYNOLDS, C. S. (1999). **Phytoplankton Assemblages in Reservoirs. Theoretical Reservoir Ecology and its Applications,** 439-456.

REYNOLDS C. S., HUSZAR V., KRUK C., NASELLI -FLORES L., MELO, S. (2002) **Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton.** *J. Plankton Res.*, 24:417-428.

REYNOLDS, C.S. 2006. **Ecology of Phytoplankton,** Cambridge University Press, Cambridge, UK. 535p.

RICHARDSON JC., BEARDALLJ. AND RAVENJ.A. (1983) **Adaptation of unicellular algae to irradiance: an analysis of strategies.** *New Phytol*, 93,157-191.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SENNA, P.A.C.; KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ, J. 2004. **Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales.** *Revista Brasileira de Botânica* 27: 213-227.

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 planctônicas de águas continentais brasileiras.** Rio de Janeiro: Interciência.

SUKENIK, A.; HADAS, O.; KAPLAN, A.; QUESADA, A. 2012. **Invasion of Nostocales (cyanobacteria) to subtropical and temperate freshwater lakes—physiological, regional, and global driving forces.** *Frontiers in microbiology*.v.3, p.1-9.

UEHLINGER, V., **Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique.** *Arch. Sci*, 17 (2): p. 121 –123. 1964.

UTERMÖHL, H. **Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton – methodik.** *Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, v. 9: p.1 – 38. 1958.

VIOLLE, C.; NAVAS , M.-L.; VILE, D.; KAZAKOU, E.; FORTUNEL , C.; HUMMEL, I. & GARNIER, E. (2007). Let the concept of trait be functional. *Oikos*, 116: 882-892.

WALSBY A. E., SCHANZ F., SCHMID M., WALSBY A. E. (2006) **The Burgundy-blood phenomenon: a model of buoyancy change explains autumnal waterblooms by *Planktothrix rubescens* in Lake Zürich.** *New Phytol.*, 169:109-122.

APÊNDECE 1

Anexo 1. Táxons fitoplanctônicos inventariados durante o período de outubro de 2015 a abril de 2016 no Açude Bodocongó.

Táxons	
CLASSE CYANOPHYCEAE	
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	W. West & G.S. West 1912
<i>Aphanocapsa elachista</i>	West & G.S. West 1894
<i>Aphanocapsa incerta</i>	(Lemmermann) Cronberg & Komárek 1994
<i>Dolichospermum solitarium</i>	Wacklin, L. Hoffmann & Komárek 2009
<i>Limnothrix sp</i>	Meffert, M.-E. 1988
<i>Merismopedia glauca</i>	(Ehrenberg) Kützing 1845
<i>Microcystis aeruginosa</i>	(Kützing) Kützing 1846
<i>Microcystis panniformis</i>	Komárek et al. 2002
<i>Planktothrix agardi</i>	Anagnostidis & Komárek 1988
<i>Planktothrix isothrix</i>	Komárek & Komárková 2004
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE	
<i>Craticula sp</i>	Crawford & Mann 1990
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Kützing 1844
<i>Placoneis sp</i>	Lange-Bertalot & Wojtal 2014
<i>Nitzschia sp</i>	(Ehrenberg) W. Smith 1853
<i>Stauroneis sp</i>	Ehrenberg 1843
<i>Synedra sp</i>	Ehrenberg, C.G 1830
CLASSE CHLOROPHYCEAE	
<i>Actinastrum aciculare</i>	Playfair 1917
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	(Reinsch) Korshikov 1953
<i>Coelastrum microporum</i>	A. Braun 1855
<i>Kirchneriella diana</i>	Comas Gonzalez 1980
<i>Micractinium pusillum</i>	Fresenius 1858
<i>Monoraphidium contortum</i>	Komárková-Legnerová 1969
<i>Monoraphidium griffithii</i>	Komárková-Legnerová 1969
<i>Oocystis borgei</i>	J. Snow 1903
<i>Scenedesmus armatus</i>	R. Chodat 1913
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Stearn 1973
<i>Scenedesmus obliquus</i>	Stearn 1973
CLASSE EUGLENOPHYCEAE	
<i>Euglena oxyuris</i>	Christjuk 1947
<i>Trachelomonas volvocina</i>	Svirenko 1915
CLASSE ZYGNEMAPHYCEAE	
<i>Closterium setaceum</i>	Kouwets 1999
<i>Closterium parvulum</i>	f. major K.M. Strøm 1973