

UNIVERSIDADE DE LISBOA



PROPOSTA DE MANUTENÇÃO E PRESERVAÇÃO  
DO LAGO DE CAMPO GRANDE EM RELAÇÃO  
COM A QUALIDADE DA ÁGUA

LUIS FELIPE CALA ALFONSO

MESTRADO em  
ECOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL

2011

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



PROPOSTA DE MANUTENÇÃO E PRESERVAÇÃO  
DO LAGO DE CAMPO GRANDE EM RELAÇÃO  
COM A QUALIDADE DA ÁGUA

LUIS FELIPE CALA ALFONSO

MESTRADO em  
ECOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL

Orientadora Prof. Dra. Maria José L. Boavida

Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2011

# Índice

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	10
2.1 Descrição do lago .....	10
2.2 Amostragem e Análises .....	10
2.3 Medições de campo/Medições <i>in situ</i> .....	10
2.4 Determinações laboratoriais .....	11
2.5 Determinação do fósforo total TP.....	11
2.6 Análise estatística .....	11
<b>3. RESULTADOS</b> .....	12
3.1 Fósforo .....	14
3.2 Fitoplâncton.....	19
3.3 Índice do Estado Trófico (TSI) .....	26
3.4 Análise estatística .....	27
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	28
4.1 Variáveis ambientais .....	28
4.2 Fitoplâncton e Zooplâncton.....	29
4.3 Índice do estado Trófico (TSI).....	30
4.4 Análise estatística .....	31
<b>5. PROPOSTA DE PRESERVAÇÃO PARA O LAGO</b> .....	31
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	33
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	35
<b>ANEXO I</b> .....	38
<b>ANEXO II</b> .....	42

## **Agradecimentos**

À Universidade de Lisboa e ao Departamento de Biologia Animal em especial à minha orientadora a Prof. Dra. Maria José Boavida por todo o apoio, confiança e sugestões.

À Prof. Dra. Maria Filomena Magalhães Departamento de Biologia Animal da FCUL e a Dra. Maria José Caramujo Rocha de Carvalho do Centro de Biologia Ambiental, pela sua paciência e orientações.

À Mestre Liliana Costa pela disponibilidade sempre manifestada, motivação e sugestões importantes nas alturas certas Gostaria também de agradecer à técnico de laboratório Sandra pela sua valiosa ajuda e conselhos.

Para os meus caros colegas do mestrado, que durante um ano estiveram comigo a partilhar os diferentes momentos nas aulas e fora das aulas, também poder partilhar os diferentes conceitos

À minha família em especial a três pessoas, a minha avô que desde o céu esta me a guiar, a minha mãe que desde tenra idade cultivou-me o hábito do estudo e do conhecimento continuo e a minha tia que foi um suporte muito importante nesta fase da minha vida.

Quero também agradecer à Doutora Rocio Bernal pela sua amizade e paciência.

## RESUMO

O lago de Campo grande, localizado na freguesia de Campo Grande, no município de Lisboa, é um lago artificial, pouco profundo (profundidade máxima 1.20 m) encontra-se sempre cheio de água, as actividades metabólicas do lago são constantes devido à presença de grande quantidade de zooplâncton (cladocera, rotifera, copépoda, entre outros) que filtram a água consumindo o fitoplâncton constituído principalmente pela comunidade das algas bacillariophyceae (diatomáceas), Dynophyceae, e chlorophyceae (verdes) e de facto a biomassa é regularizada de forma geral.

O estudo decorreu de Outubro de 2010 a Julho de 2011 e monitorizou varias variáveis e parâmetros limnológicos no lago (transparência, cor, temperatura, oxigénio, condutividade, fitoplâncton, zooplâncton, quantidade de clorofila e fósforo total) para determinar o estado trófico do lago, sendo este um estudo pioneiro pretende-se marcar uma pauta para futuros estudos que visem a qualificação dos lagos urbanos.

Os resultados permitiram determinar o estado trófico do lago, também para propor uma solução em relação a sua preservação e manutenção não só por factores biológicos, também para o cuidado do ecossistema envolvente na zona.

Palavras-chave: fitoplâncton, zooplâncton, lagos urbanos, biomassa, actividade metabólica

## Summary

The Campo Grande lake, located in Campo Grande parish, in the city of Lisbon, is an artificial lake, shallow (maximum depth 1.20 m) is always full of water, the metabolic activities of the lake are constant due to the presence of large amounts zooplankton (cladocerans, rotifers, copepods, etc.) that filter the water consuming the phytoplankton community, consists mainly of algae Diatoms, Dynophyceas, and green algae and the biomass is regulated in general.

The study began from October 2010 to July 2011 and monitored several limnological variables and parameters in the lake (Transparency, color, temperature, oxygen, conductivity, phytoplankton, zooplankton, chlorophyll content and total phosphorus) to determine the trophic state of the lake. How is the first study that makes the lake of Campo Grande, we intend to make an improve for future studies aimed at qualification of urban lakes.

The results give an idea of the current state of the lake eutrophication level and possible solutions for their preservation and maintenance not only by biological factors, also for the care of the ecosystem in the surrounding area.

Keywords: phytoplankton, zooplankton, urban lakes, biomass, metabolic activity.

## 1. INTRODUÇÃO

Nestes últimos tempos os lagos urbanos tem cobrado muita importância pelo seu atractivo estético, de lazer e cultural, estes sistemas apresentam características especiais, dependendo da qualidade da água como o qual é enchido, o Lago de Campo grande é um lago de água tratada, por tanto tem condições ecológicas especiais que permite o desenvolvimento de algumas espécies. Nos lagos urbanos se encontram elementos naturais e introduzidos que permitem o surgimento de habitats no meio da cidade para as espécies que consigam se adaptar sejam aquáticas, terrestres, migratórias ou residentes.

Os lagos urbanos encontram-se entre os lagos com mais problemas em quanto a sua gestão ambiental se refere. Geralmente estão situados totalmente no âmbito urbano, as suas drenagens suportam toda uma alta intensidade de uso da terra que também com a alta intensidade de utilização dos parques nos quais se encontram localizados, é reflectido a pobre qualidade do ambiente dos lagos urbanos (água, sedimento, biota). Por vezes, as actividades humanas no perilago estão reflectidas na qualidade ambiental do lago e particularmente na qualidade da água. Lutar dentro do lago, permanentemente contra os estragos exógenos além de ser tecnicamente pouco correcto, geralmente é muito mais caro (Quirós, 2007)

O Jardim do Campo Grande é um aprazível espaço verde situado na zona norte de Lisboa, uma área modernizada caracterizada pelos importantes nós rodoviários de acesso à cidade e ao centro.

A eutroficação é um processo conhecido, desde há muito tempo, como comprometedor da qualidade da água, assim como é globalmente reconhecido o papel chave dos nutrientes nos “episódios” de eutroficação (Vollenweider, 1968; Wetzel, 1983; Holtan et al, 1988).

Os nutrientes são elementos essenciais para o desenvolvimento da biota aquática e que podem, em excesso, provocar a eutroficação dos lagos e albufeiras, ou seja, o seu enriquecimento exagerado, com danos consideráveis

para o meio ambiente. Tais nutrientes são: Fósforo (P), Nitrogénio (N), Carbono (C) e Silica (Si).

O interesse do fósforo em ecologia prende-se com o papel principal que desempenha no metabolismo biológico, uma vez que, quando comparado com a abundância natural de outros elementos estruturalmente importantes para os biota (carbono, hidrogénio, azoto, oxigénio, enxofre) o fósforo é o menos abundante de todos na forma disponível para os produtores (Wetzel, 2001). Assim a disponibilidade de fósforo frequentemente limita o desenvolvimento da comunidade fitoplanctónica em lagos temperados (Schindler, 1977).

A demanda de Fósforo (ortofosfato –  $\text{PO}_4^{3-}$  - a única forma assimilável de fósforo) é frequentemente superior à disponibilidade no ecossistema lacustre e embora o ortofosfato seja tido como directamente acessível ao fitoplâncton e bacterioplâncton (Fogg, 1974), é frequente as populações de algas subsistirem períodos mais longos, quando o ortofosfato está presente em concentrações muito baixas (abaixo do limite de determinação: 0 – 3  $\mu\text{g/l}$ ) e a sobrecarga alóctone é mínima (Hutchinson, 1975). De facto as algas conseguem armazenar fósforo nos períodos de abundância, para depois utilizarem quando há escassez no meio (Fitzgerald & Nelson, 1966). Na natureza, um dos processos de transformação do fósforo complexo em ortofosfato é a hidrólise enzimática. A maioria das fosfatases é de largo espectro e são predominantemente fosfomonoesterases, ainda que ocasionalmente hidrolisem polifosfatos inorgânicos (Boavida & Heath, 1988). Tradicionalmente, a actividade da fosfatase tem sido tomada como indicador da deficiência de fósforo, tanto em organismos (Boavida & Heath, 1988; Wynne & Bendan, 1995) como em comunidades (rose & Axler, 1998).

O zooplâncton está distribuído por três principais grupos dominantes os rotífera, e duas subclasses dos crustacea, os cladocera e os copepoda. Ocasionalmente encontram-se entre o verdadeiro zooplâncton larvas de platelmintos nemátodes gastrotríquios, ácaros e também formas larvares de insectos e de peixes (Wetzel 1991, Boavida, 2000a).



O presente trabalho teve como objectivos:

1. Relacionar as variações sazonais dos principais grupos de zooplâncton e fitoplâncton do lago.
2. Relacionar esses grupos com as variáveis ambientais.
3. Determinar a qualidade da água do lago de Campo Grande.
4. Propor soluções para a manutenção e preservação dos lagos urbanos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Descrição do lago

O lago de campo Grande tem um área de 2000 m<sup>2</sup> e conta com um volume de 3000 m<sup>3</sup>, com uma profundidade de 1.20 m.

### 2.2 Amostragem e análises

O estudo estendeu-se de Outubro de 2010 até Setembro de 2011. As amostras foram recolhidas quinzenalmente na época de temperatura baixa (Outubro – Março) e semanalmente na época de temperaturas altas (Abril – Agosto), sempre no mesmo sítio.

### 2.3 Medições de campo/Medições *in-situ*

Utilizou-se o disco de Secchi (SD) com 20 cm de diâmetro e sectores brancos e pretos, para determinar a transparência da água, mergulhando-o na coluna de água e registando a profundidade a qual deixava de ser visível.

Factores ambientais, tais como temperatura e o oxigénio dissolvido (DO) foram medidos *in-situ* e sempre na superfície. Estas duas variáveis foram aferidas com recurso a uma sonda multiparamétrica YSI modelo 30/10FT.

Em cada dia de recolha amostrou-se o zooplâncton em frascos de 500 ml. A amostragem consistiu em dois arrastes horizontais em uma distância de 28.7m; duas filtragens a 0.3 – 0.5 m (ao longo da coluna de água e a velocidade constante), diâmetro 0,12 metros com uma rede tipo Wisconsin com 76 µm de poro. A fixação e preservação das amostras de zooplâncton foram feitas com uma solução aquosa de formol saturada com açúcar, a uma concentração final de 4% (v/v).

A biomassa do fitoplâncton foi estimada pela concentração de pigmentos fotossintéticos numa amostra de água. Medindo a concentração da clorofila – a (CHL-a), se pode estimar a biomassa da maior parte do fitoplâncton presente no lago.

Colheram-se amostras de água do lago, destinadas à filtragem para a determinação da clorofila *a* e as amostras do fitoplâncton, este em um frasco de 50 ml e com uma solução de lugol.

As amostras foram transportadas para o laboratório a temperatura ambiente, devido à curta distancia (300 m) entre o laboratório e o lago.

## **2.4 Determinações laboratoriais**

Dentro dos parâmetros tróficos e para além da transparência medida *in situ*, foram também determinadas a CHL-*a* e o fósforo total (TP) No laboratório a concentração de (CLH-*a*) foi determinada fluorimetricamente (excitação 420.0 nm emissão 675.0 nm: FP- 750 Jasco, Japan) a través de filtrados (90 – 1000 ml) utilizando filtros Whatman GF/C, com tempos de extracção não inferiores a uma hora. Para aferir a disponibilidade de fósforo, determinou-se a concentração de TP (total gphosphorus) espectrofotometricamente (885 nm, a Jasco VR – 530, Japan).

A identificação do fitoplâncton e zooplâncton foi feita em laboratório com recurso a uma lupa Nikon e microscópio binocular Leica (ampliações 40 a 1000 vezes). O zooplâncton de acordo com Ward & Whipple (1959); Scourfield & Hardins (1966); Dussart (1967) e Margaritora (1983), pelo menos até o género, quanto ao fitoplâncton, este foi identificado até o género de acordo com Lund & Lund (1995).

## **2.5 Determinação do Fósforo Total TP**

Para aferir a disponibilidade de fósforo, determinou-se a concentração do TP (total phosphorus), depois de uma hora de hidrólise ácida com persulfato de potásio e ácido sulfúrico concentrado, a alta temperatura e pressão (APHA, 1989).

## **2.6 Análise Estatística**

Os cálculos foram feitos recorrendo ao programa SPSS versão 20. depois da análise exploratória dos dados foi efectuada uma análise não paramétrica entre as varias variáveis/parâmetros recorrendo ao parâmetro ( $r_s$ ) da correlação de Spearman.

### 3. RESULTADOS

Durante o mês de Outubro de 2010, ainda com temperaturas relativamente altas (17 – 16.3 C°), registou-se ao microscópio, um acréscimo da comunidade zooplanctónica. A partir de Outubro a transparência do lago começou a aumentar (fig. 1) e registou-se também um aumento da CHL-a (fig. 2), observou-se uma boa difusão da radiação ao longo da coluna de água.

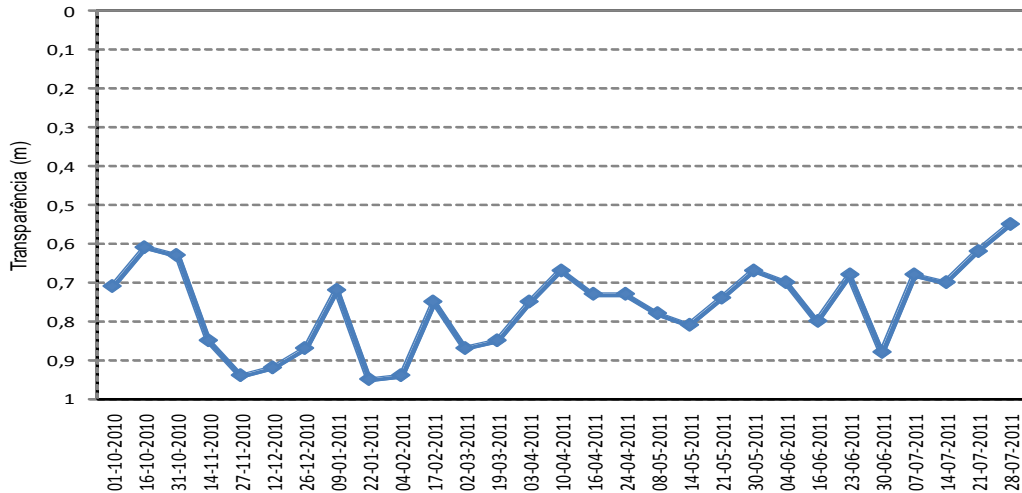


Figura 1. Variação da transparência (em m) de 01/10/2010 a 28/07/2011

Depois durante os meses de Dezembro de 2010 e Janeiro de 2011, começaram-se a registar as temperaturas mais baixas do ano (fig. 3) o que resultou em um aumento da concentração da CHL-a, e da transparência, foi nesta época do ano que se registou a maior, aparição de algas bacillariophyceae e chlorophyceae.

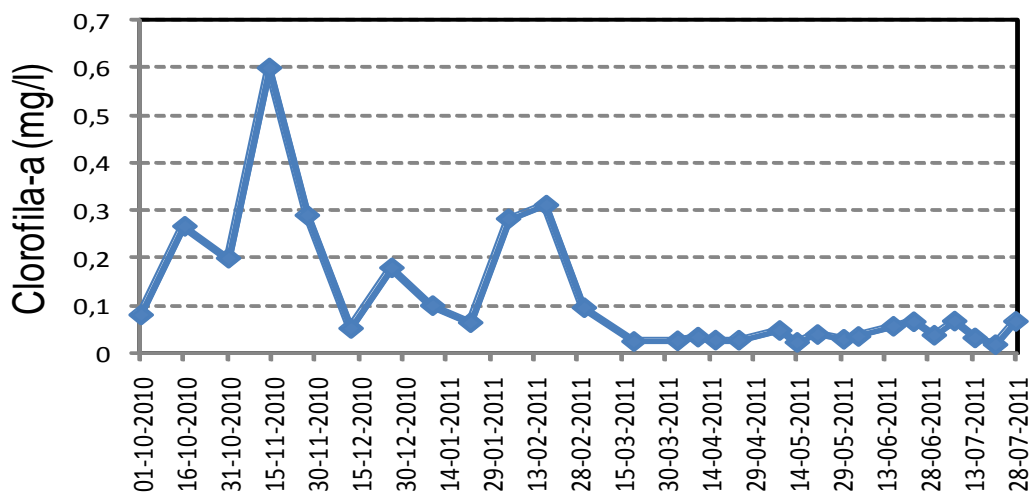


Figura 2. Variação da concentração da clorofila – a (CHL-a) (em mg/l) de 01/10/2010 a 28/07/2011

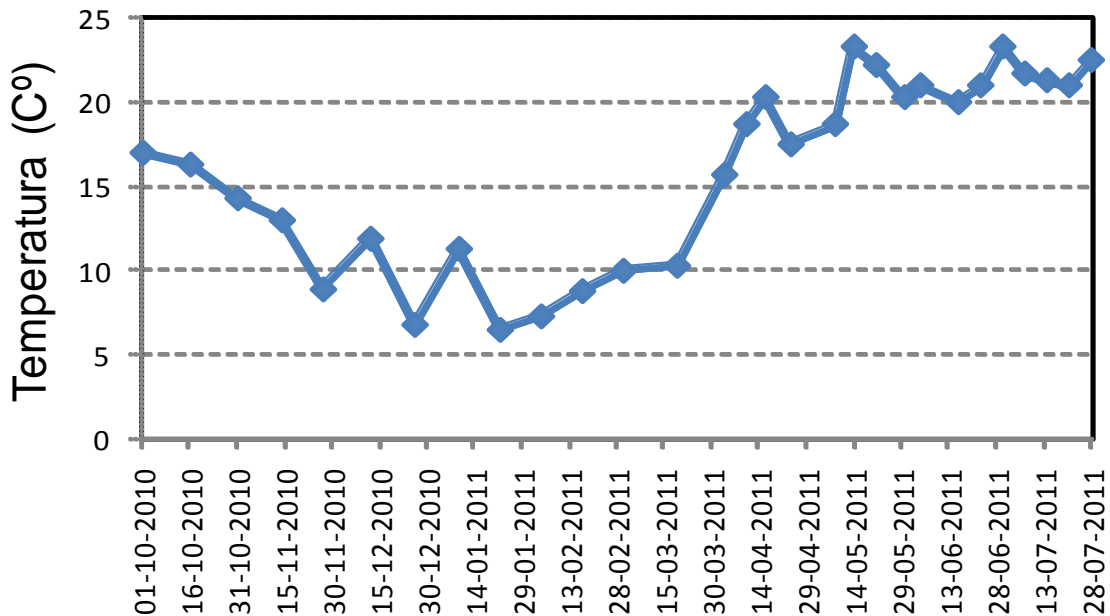


Figura 3. Variação da temperatura (em °C) de 01/10/2010 a 28/07/2011.

A abundância de zooplâncton diminuiu com a descida da temperatura em Novembro, em comparação às amostras do mês de Outubro de 2010: as abundâncias das comunidades de Cladocera e Copépoda diminuiu. Neste período também se registou o aumento do oxigénio dissolvido, o que indicou que o processo de fotossíntese estava a aumentar. A condutividade foi medida a partir do 26/12/2010, registando-se uma baixa nas medições até o mês de Março de 2011 (fig. 4), quando a temperatura começou a subir.

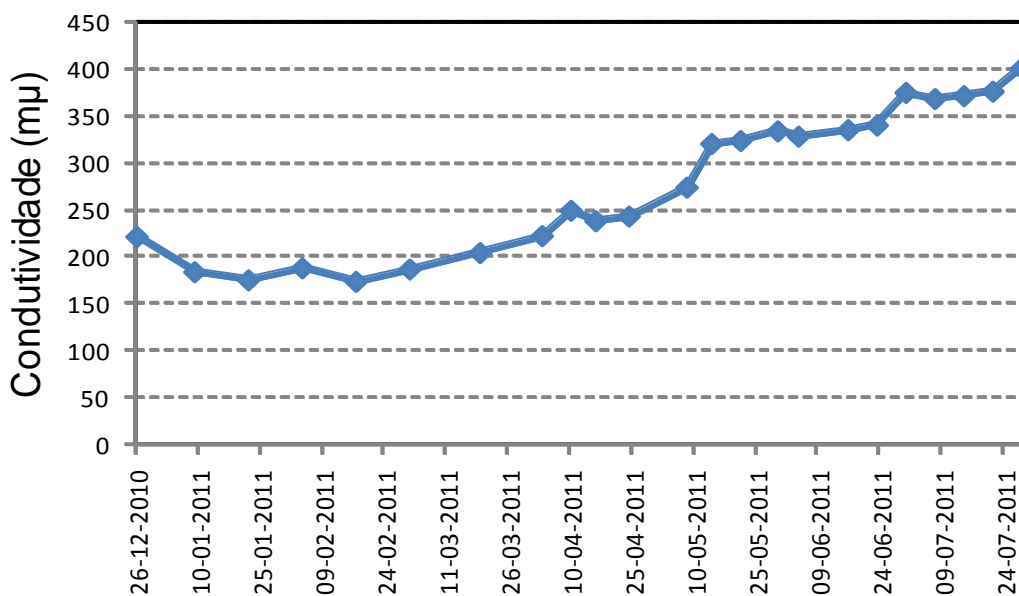


Figura 4. Condutividade ( em mμ) de 26/12/2010 a 28/07/2011

Como podemos observar os dados da concentração de CHL-a nos primeiros meses do trabalho foram altos, devido á baixa temperatura, igualmente a decomposição da matéria orgânica no lago também foi baixa.

A quantidade baixa de organismos filtradores (cladocera) apontava que o nível das algas era elevado.

A concentração de oxigénio dissolvido indicou que os processos tróficos do lago estavam-se a desenvolver com normalidade nesta época do ano.

### 3.1 Fósforo

Os valores do fósforo total correspondente as datas de 1 de Outubro do ano 2010 até 2 de Março de 2011, foram significativamente baixos ( fig.5). Nas oito amostras realizadas registaram-se valores entre 0.12 a 0.16 µg/l.

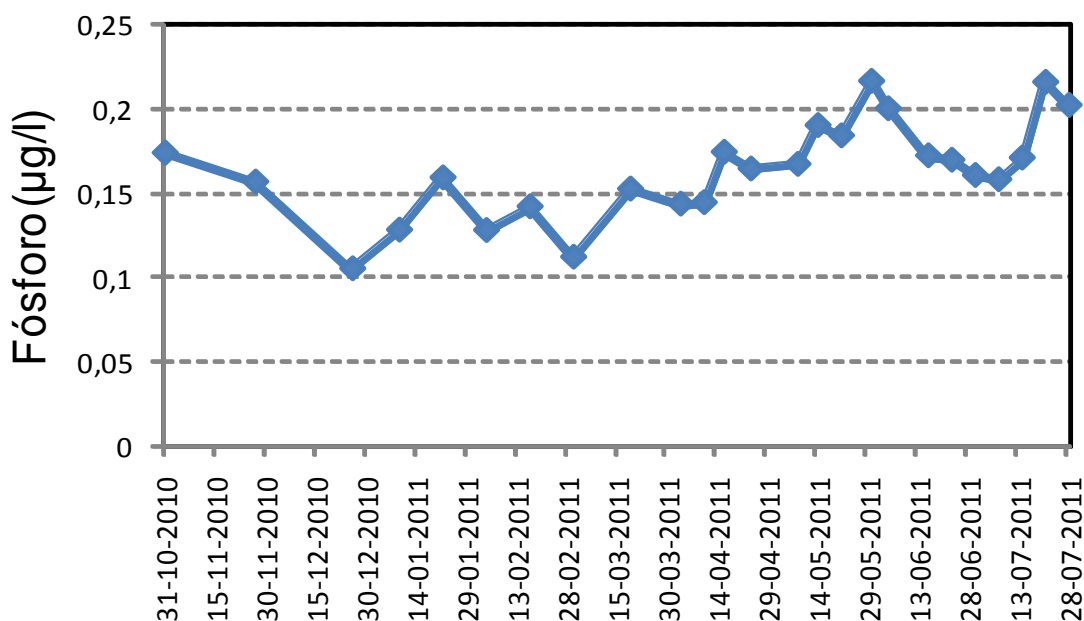


Figura 5. Variação do fósforo total (TP) de 31/10/2010 A 28/07/2011

A génese do ortofosfato poderá estar associada aos períodos de decomposição dos primeiros dias de colheitas, entre os meses de Novembro e começos de Março para o mesmo período também notou-se um acréscimo da concentração do oxigénio dissolvido (fig. 6). Novamente para 26/12/10 começou a baixar o nível de transparência.

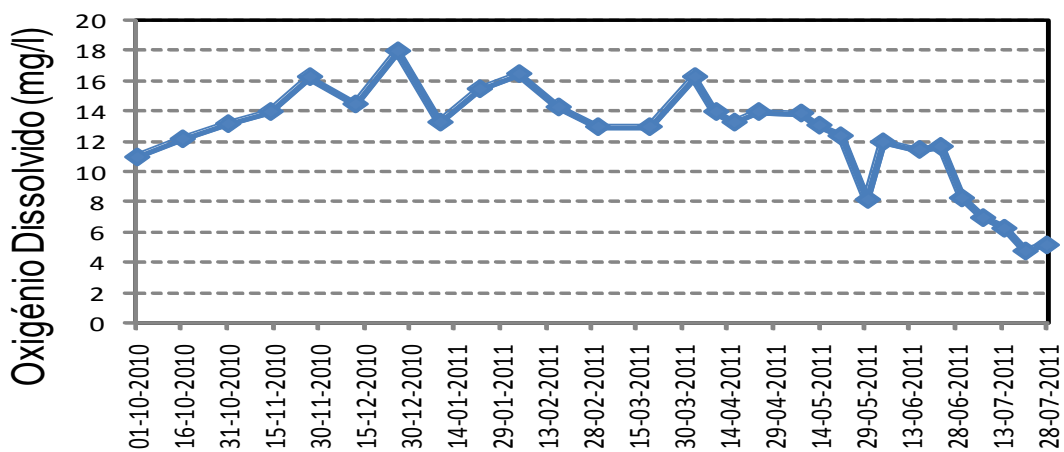


Figura 6. Variação do oxigénio dissolvido (OD) de 31/10/2010 a 2/07/2011

Com a melhoria das condições ambientais: temperatura média entre 11 e 24°C, com dias mais quentes e longos, no lago, começaram a registar-se valores mais altos da CHL-a começou e se observou também a diminuição da transparência, observou-se o começo da fase de decomposição do fitoplâncton e o oxigénio dissolvido começou também a diminuir.

Era evidente que a temperatura começava a aumentar também os valores da condutividade aumentaram e começou a aparecer um grau de turbidez alto, a cor da água registou (modo visual) uma viragem de verde a castanha, provavelmente devido a substâncias húmicas dissolvidas, provenientes da decomposição da matéria vegetal.

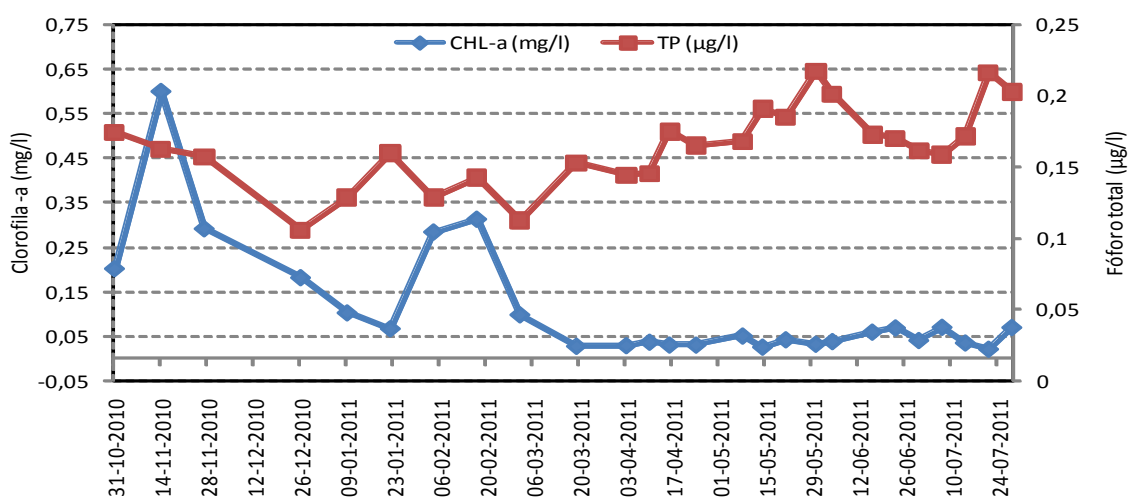


Figura 7. Variação da biomassa de clorofila-a (CHL-a) e concentração de fósforo total (TP) durante o período de estudo do lago de Campo Grande.

Foi evidente também que a transparência reduziu em 0.30 m, ao parecer tinha começado o período de decomposição do fitoplâncton e como

consequências se teve o aumento do TP, também começou o aparecimento de maior quantidade de zooplâncton na coluna de água.

A concentração de CHL-a, vinha apresentando valores que ao princípio tornaram-se variáveis, um aumento na colheita de 16/10/2010 e que depois começou a baixar em relação à temperatura (fig. 8), evidenciou o aumento de algas bacillariophyceae.

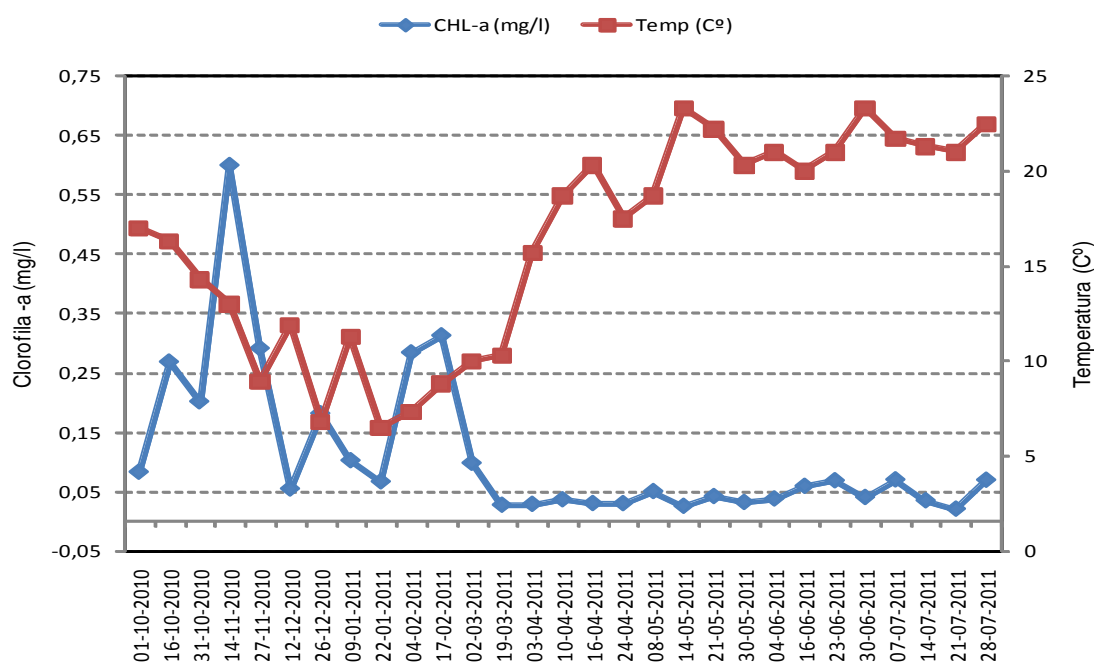


Figura 8. Comparação da biomassa clorofila-a (CHL-a) com a temperatura de 01/10/2010 a 28/07/2011

Para propor uma alternativa de melhoramento da qualidade da água do lago em estudo, era imprescindível realizar em cada colheita de dados, uma amostra do zooplâncton.

Os mais interessantes para o nosso estudo é o cladocera, agentes filtradores por excelência nos lagos de água doce. Na figura 9 se pode ver que há uma relação directa entre a diminuição da temperatura da água e o declínio na abundância da comunidade cladocera.

Entre os meses de Novembro de 2010 a Março de 2011, as temperaturas atingiram o mínimo óptimo para a sua reprodução, no entanto não deixava de haver indivíduos, a partir do mês de Março de 2011 começou a aumentar o número de indivíduos, sendo este valor recíproco ao valor das temperaturas registadas.



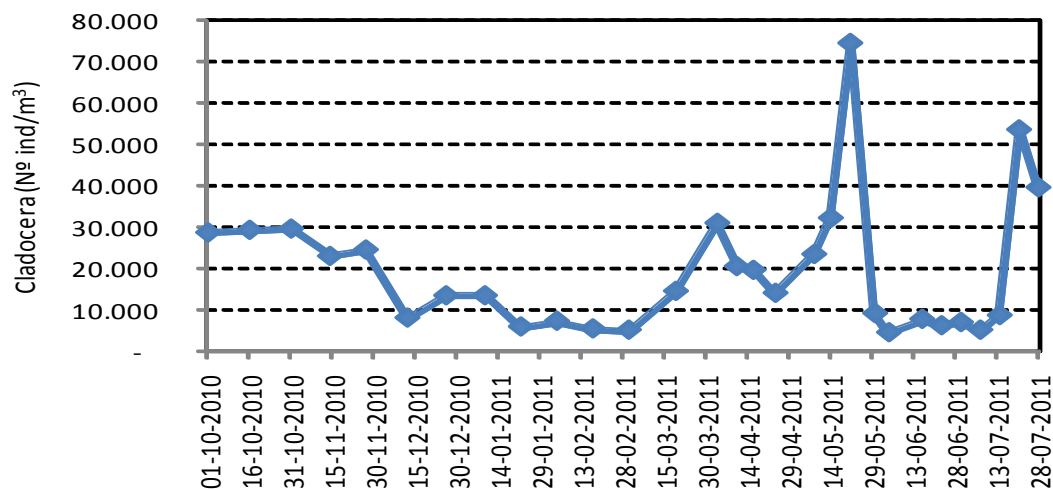


Figura 9. População de cladocera (em Nº de ind./m<sup>3</sup>) de 01/10/2010 a 28/07/2011

Em relação à rotífera, a abundância observada no laboratório registou valores irregulares em quanto ao crescimento da mesma, em relação à temperatura, na fig. 11 podemos observar que em 02/03/2011 e 04/06/2011 registaram-se os valores mais altos, tendo em conta que na primeira, a temperatura começava a aumentar (10°C).

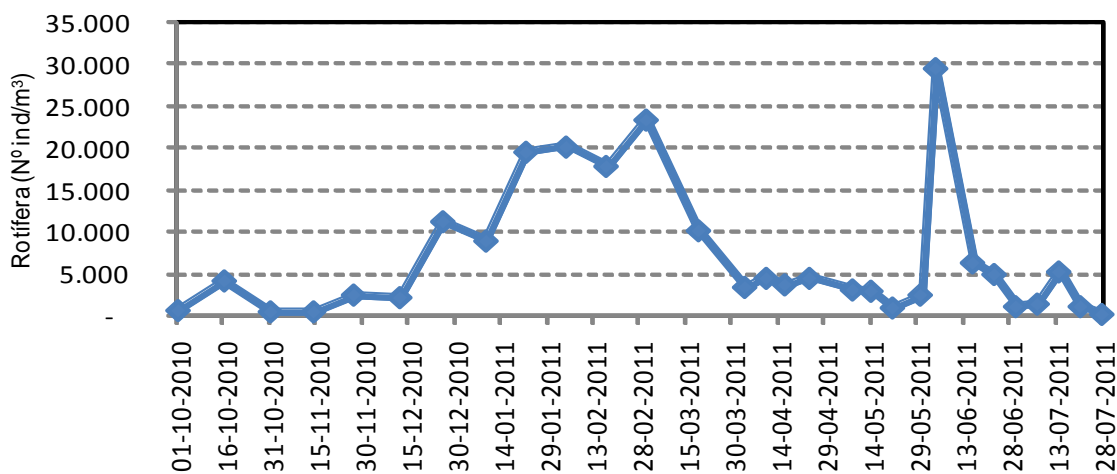


Figura 10. Variação da comunidade de rotífera (em Nº ind./m<sup>3</sup>) de 01/10/2010 a 28/07/2011

Outro organismo presente no zooplâncton estudado é a comunidade copepoda. Estes são animais multi-celulares aquáticos, no seu estado larvar são chamados nauplii, a larva livre e nadadora dispõe de três pares de apêndices e um pequeno olho (ocelo) mediano único na parte anterior da cabeça.

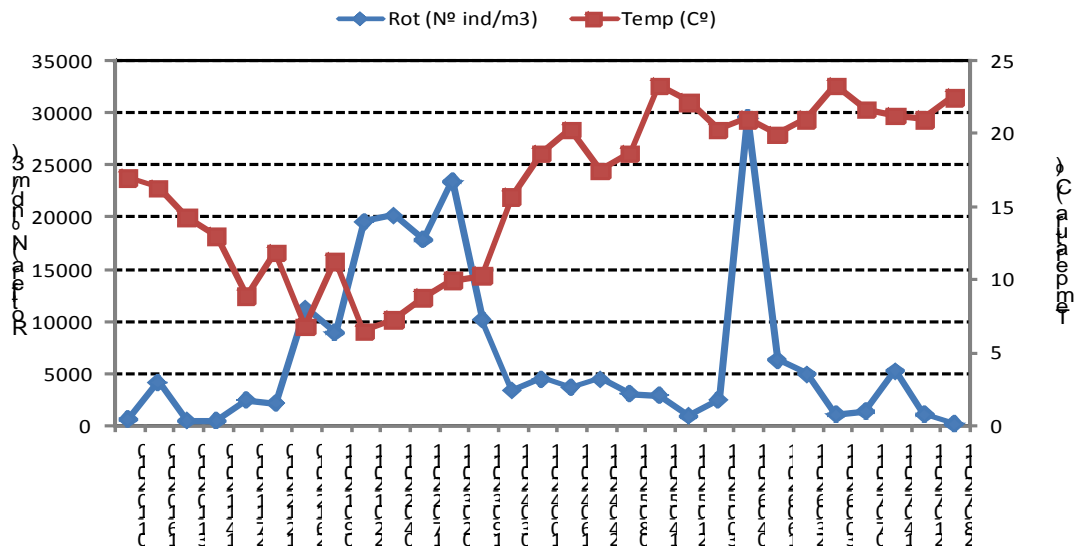


Figura 11. Relação entre a variação da população de Rotífera (Nº Ind./m<sup>3</sup>) e a temperatura de 01/10/2010 a 28/07/2011

Em relação às observações feitas no laboratório, registaram um comportamento típico sazonal.

Para os primeiros meses e em relação à temperatura registada (entre 6.8 e 17°C), a comunidade copépoda, tinha o seu ponto máximo de 6.778 Ind/m<sup>3</sup> em 26/12/2010. (fig. 13).

O número de copépoda encontrada manteve-se com uma tendência à baixa. A medida que estava a aumentar a temperatura da água, os registos começaram a variar a partir de 17/02/2011. (fig. 12).

O número de copépoda foi menor do que o apresentado pelos nauplii na mesma época.

Os valores tiveram o seu valor crítico entre os meses de Outubro e Novembro de 2010, registando valores de 0 Indivíduos por m<sup>3</sup> de amostra e novamente atingiu o valor de 0 para 04/02/2011, entre que a abundância de Nauplii observada foi de 4.005 indivíduos/m<sup>3</sup>, um valor relativamente alto com relação à temperatura daquelas datas (fig. 13).

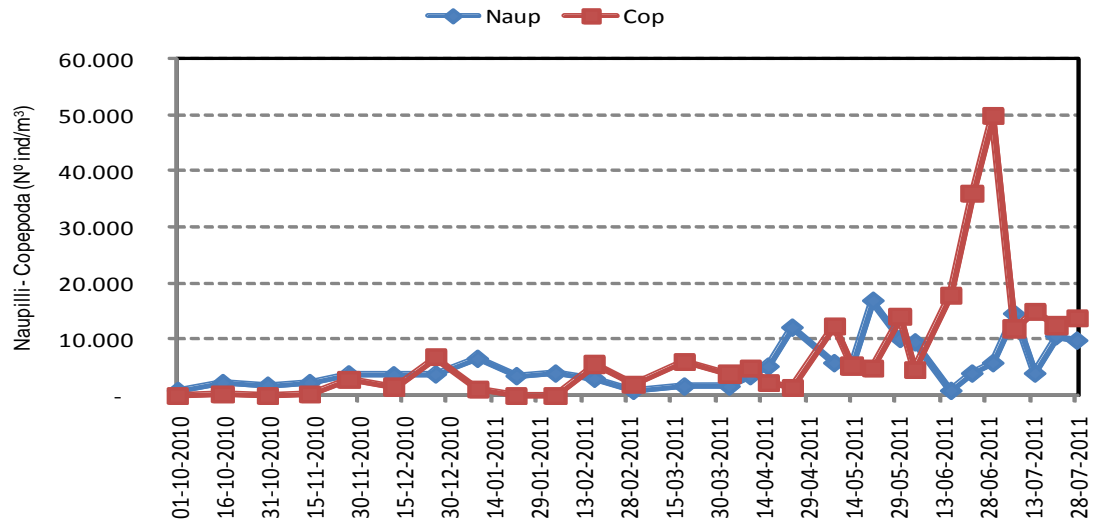


Figura 12. Relação na variação observada de copepoda e naupilli para as datas entre 01/10/2010 e 8/07/2011

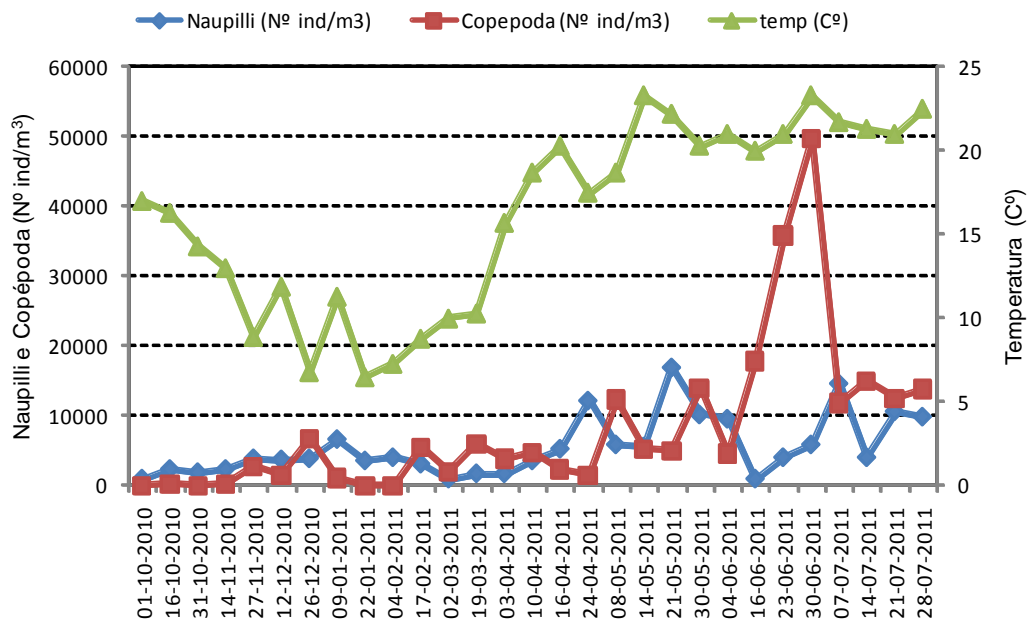


Figura 13. Relação populacional dos Nauplii e Copépoda com a temperatura registada

### 3.2 Fitoplâncton

Em relação ao fitoplâncton, nos primeiros meses de colheita, observou-se uma boa qualidade da transparência no lago, o que significou uma boa entrada de luz para a parte baixa, em consequência, no laboratório registou-se um aumento significativo de algas bacillariophyceae, em tanto que as outras

comunidades, mantiveram-se baixas. (fig. 14). Devido á alta quantidade de algas bacillariophyceae no inicio do estudo, não foi possível fazer quantificação total de indivíduos para cada amostra.

Observando o valor de concentração de CHL-a ao principio do estudo, podemos deduzir que havia uma boa produção de fitoplâncton. O rápido crescimento das algas na época de temperatura baixa, foi evidente no mês de Dezembro quando começou a aparecer um tapete muito fino na superfície do lago, mas este não restringia a boa entrada de luz ao interior.

Como podemos observar na figura 14, correspondente ao componente das algas chlorophyceae, estas começaram com uma tendência a crescer, depois notou-se uma baixa na produção que se manteve regular até finais de Fevereiro de 2011, a partir daqui, a população de algas chlorophyceae manteve-se em aumento, pelo contrario, as espécies Euglenophyceae e Chrysophyceae, mantiveram-se sempre com níveis baixos (mais do que o normal) de reprodução (fig. 15).

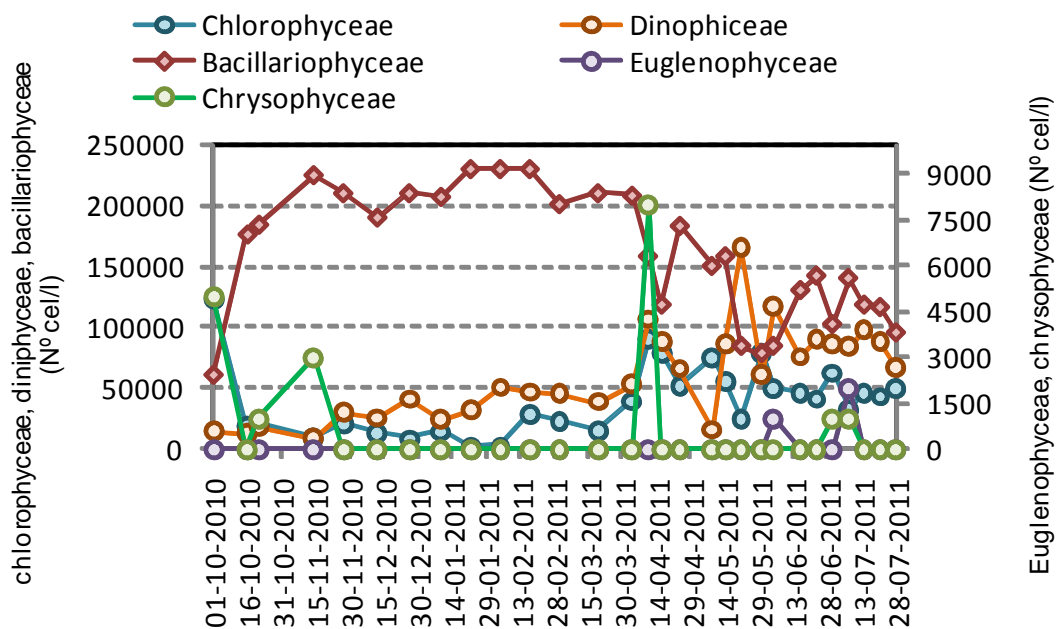


Figura 14. Crescimento dos diferentes tipos de algas encontrados no lago de Campo Grande entre 01/10/2010 a 28/07/2011

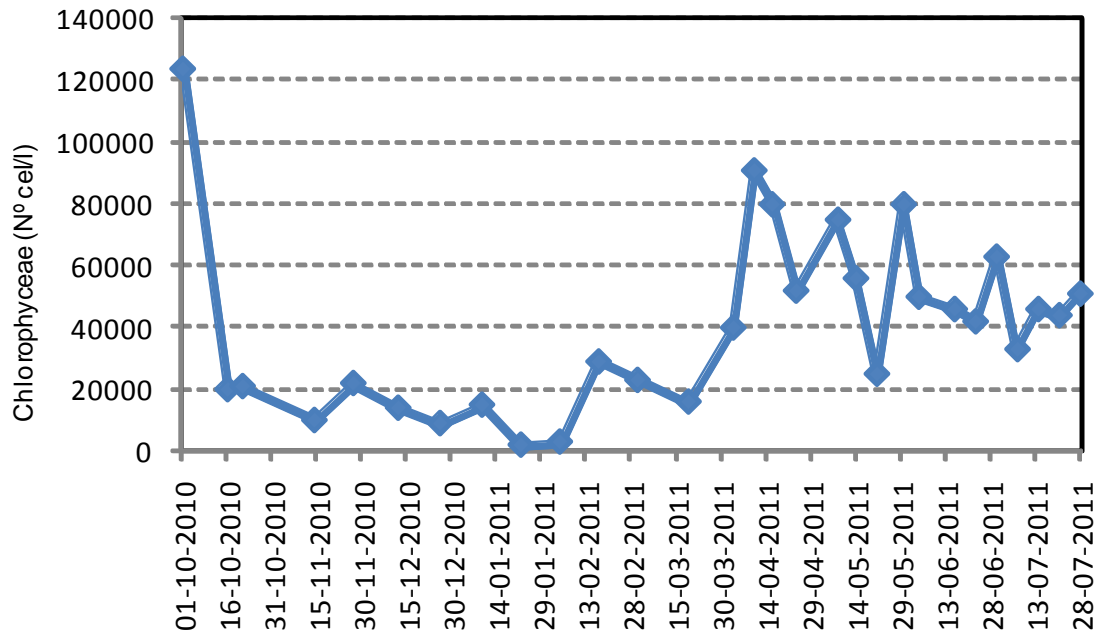


Figura 15. Crescimento das algas chlorophyceae

Quando nos restantes grupos foi registado um crescimento lento, no grupo das algas bacillariophyceae, registaram-se valores muito altos. A medida que começava a subir a temperatura e desde a colheita do dia 10/04/2011, a comunidade de bacillariophyceae começa a diminuir dando espaço para o crescimento de algas chlorophyceae e dynophyceae. (fig. 16).

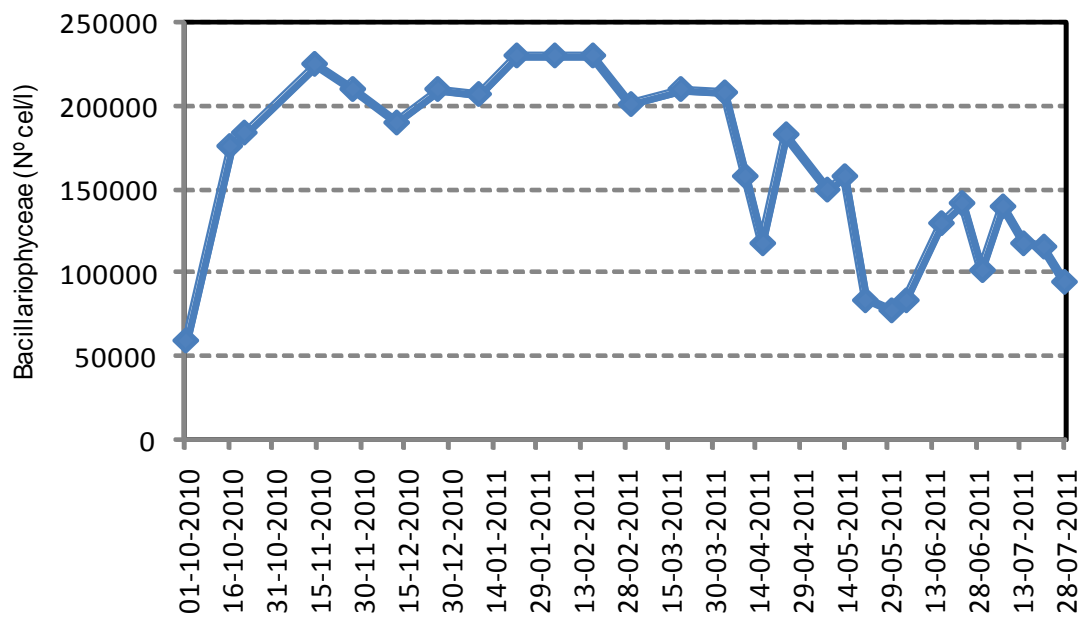


Figura 16. Crescimento rápido das bacillariophyceae de 01/10/2010 a 28/07/2011

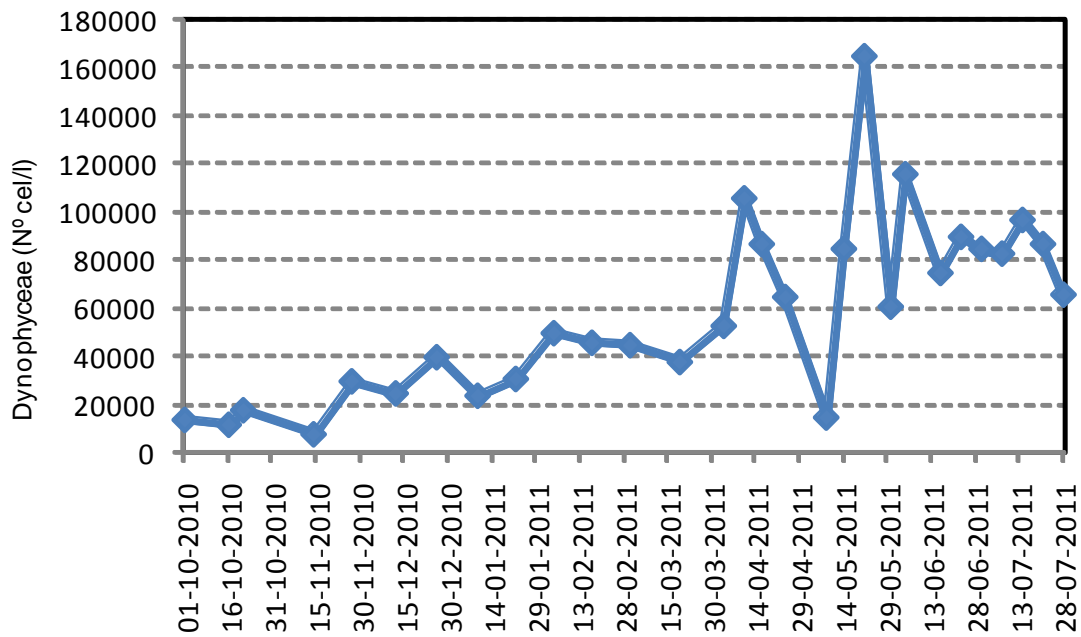


Figura 17. Crescimento progressivo do género Dynophyceae de 01/10/2010 a 2/07/2011

Deste modo verificou-se mais uma vez que, a produção de algas bacillariophyceae superou em quantidades muito altas às outras comunidades (fig 18).

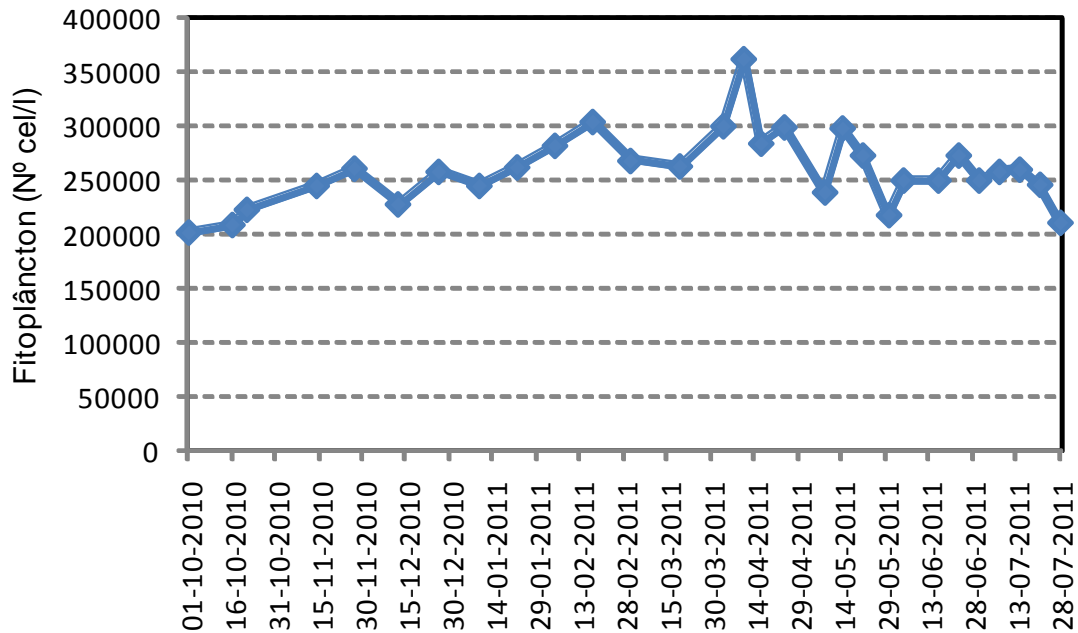


Figura 18. Quantidade total de fitoplâncton observado de 01/10/2010 a 28/07/2011

No trabalho fizeram-se exposições comparativas dos resultados entre as diferentes variáveis ambientais, o zooplâncton e o fitoplâncton, para poder

propor uma alternativa de gestão do lago que beneficie à boa qualidade da água e ao ecossistema.

Os resultados das medições às componentes ambientais (OD, CHL-a e condutividade), foram consequentes às temperaturas registadas, a condutividade entre os meses de Outubro de 2010 e Fevereiro de 2010 apresentou valores ligeiramente altos, neste momento o desenvolvimento das algas foi alto, também o oxigénio dissolvido, apresentou os valores mais altos do ano (11 – 18 mg/l). Iguamente a CHL-a.

Para a época correspondente à subida de temperatura, os valores de OD começam a baixar em 03/04/2011, igualmente a partir do mês de Março, em quanto a CHL-a, os valores que se registaram, são também baixos.

Para os cladocera, o alimento de melhor qualidade são as algas, por tanto, se não há luz que penetre na coluna de água, é impossível que exista uma boa reprodução de agentes heterotrofos, a transparência tem um papel importante na boa qualidade da água e para o desenvolvimento do ecossistema aquático. A transparência registada no lago depende também da temperatura. Para o 31/10/2010 a temperatura começava a baixar e a transparência registou um nível mais alto do que os anteriores, a situação manteve-se até começos de Março, onde a temperatura esteve a subir e a transparência registou valores cada vez mais inferiores. O lago começou a tornar de uma cor acastanhada (registo visual). Finalmente para os meses de Maio, Junho e Julho, a temperatura esteve no mais alto, no entanto, ao momento de fazer as análises no laboratório, os níveis de algas apresentaram um nível razoável.

O nível de algas se pode comparar com a quantidade medida de CHL-a nos meses com temperatura alta, a pesar que a quantidade de certas espécies de algas diminuíram, deram passo para a reprodução de outras espécies, como as algas chlorophyceae.

Referente à temperatura e a relação com o Oxigénio Dissolvido (OD), para o 01/10/2010 com temperaturas ainda altas, o oxigénio registou um valor de 11 mg/l, com tendência à baixa, tendo também em conta as temperaturas

altas do verão do ano 2010, o lago registava uma grande quantidade de sólidos em suspensão (dados visuais).

Ao mesmo tempo e para além da pouca quantidade encontrada de zooplâncton, a quantidade de fitoplâncton aumentou, a temperatura teve o seu valor mais baixo no dia 22/01/2011 e o oxigénio começava a aumentar em /02/03/2011, onde a amplitude da temperatura começo a aumentar e o OD começou a diminuir.

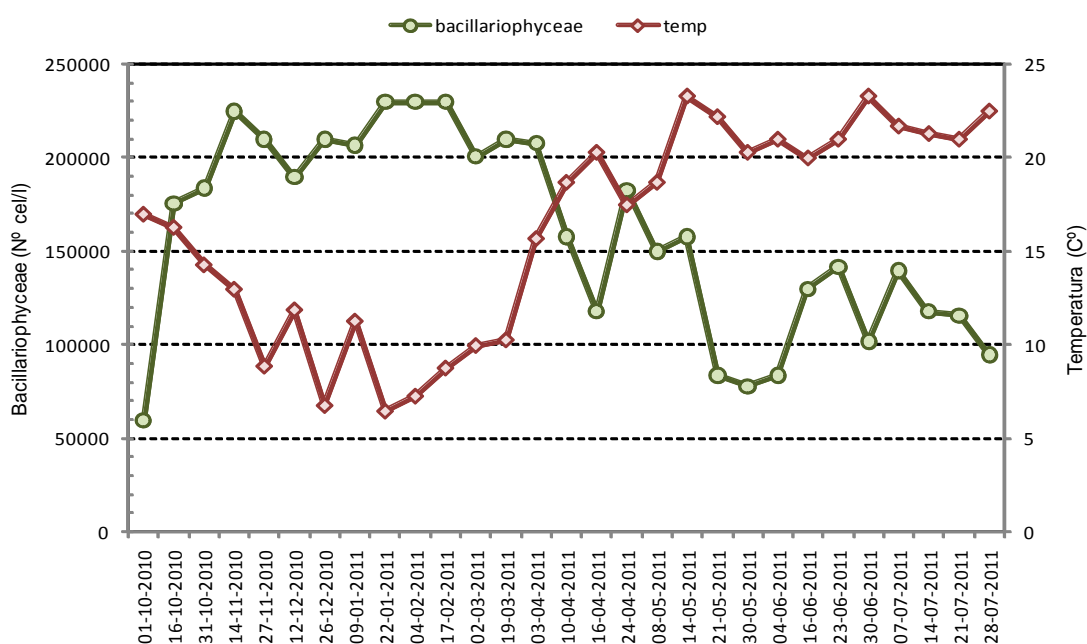


Figura 19: Comportamento das bacillariophyceae em relação à temperatura

A medição das variáveis ambientais no local de trabalho foi de grande importância para as praticas de laboratório, as concentrações populacionais de zooplâncton e do fitoplancton registaram levemente uma relação directamente proporcional com relação à temperatura, o que quer dizer que o zooplâncton estava a responder bem às mudanças sazonais e que o fitoplancton estava a server como alimento. A quantidade mais alta encontrada de fitolpancton foi de 363000 células/litro (10/04/2011).

Além da temperatura, o OD, a CHL-a, são variáveis ambientais que potenciam o ecossistema. A comunidade zooplanctónica respondeu consequentemente a estas variáveis, podemos observar na figura 20, que no inicio do estudo, a quantidade de cladocera registou uma forte tendência a



aumentar, devido as óptimas condições ambientais da época, as outras três comunidades mantiveram-se num nível baixo, depois da colheita em 12/12/2010, as concentrações de cladocera começaram a diminuir mas os rotífera apresentavam um crescimento maior, a comunidade dos nauplii ainda continuava baixa, estes últimos constituem o grupo dos organismos que são mais sensíveis às mudanças de temperatura.

Para a época com temperaturas mais baixas, foi necessário fazer mais do que uma diluição de 5 ml para poder atingir o número esperado de organismos. Depois do 02/03/2011 os valores começaram a crescer em todos os géneros, notando-se sempre a maior quantidade de cladocera, (74.710 Indivíduos/m<sup>3</sup>) em 21/05/2011, e em 30/06/2011 registou-se o pico dos copepoda (49.755 indivíduos/m<sup>3</sup>), isto quer dizer que o lago e o ecossistema estavam a responder bem às mudanças de temperatura.

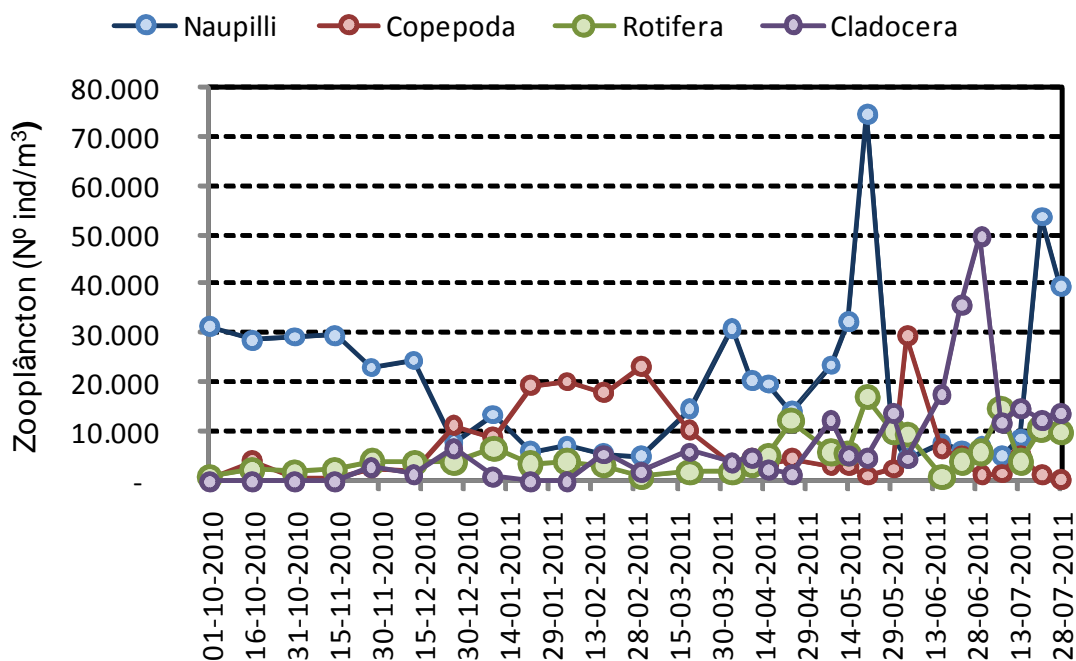


Figura 20. Variação sazonal zooplâncton encontrado de 01/10/2010 a 28/07/2011

Não há duvida nenhuma em que o crescimento de uma comunidade depende do tipo de alimentação, a comunidade de cladocera que é a que nos interessa, teve uma forte relação com o crescimento das algas entre 01/10/2010 a 02/03/2011, além da temperatura, a comunidade de cladocera diminuiu quando comparado com o período entre 02/03/2011 e 28/07/2011.

Ao mesmo tempo as outras comunidades estudadas mantiveram um crescimento estável mas não tão elevado.

### **3.3 Índice do Estado Trófico (TSI) (Carlson, 1977)**

Os valores correspondentes à medição do fósforo nas datas 01/10/2010, 16/10/2010 e 12/12/2010, não se encontram disponíveis e portanto os respectivos intervalos faltam nas figuras.

Para determinar o estado trófico do lago foi calculado o índice do estado trófico de Carlson (TSI) com base na concentração do TP, da CHL-a; e na transparência de Secchi (Carlson, 1977).

Os valores do TSI (ao longo do estudo) variam entre a (CHL-a) 62 – 93, (TP) 71- 89 e (SD) 60 – 64 ou seja eutrófico. A componente correspondente a Secchi apresentou variações significativas ao longo do estudo tendo como ponto mais baixo a data do 27/11/2010 apesar de ser a época de maior transparência no lago. (Carlson 1977-1980).

Por outro lado podemos observar a componente da CHL-a que se manteve estável ainda que apresentou algumas subidas até o mês de Fevereiro de 2011 e depois começou a crescer até atingir o ponto mais alto correspondente a 21/072011. Segundo os valores de Carlson, o lago esta em estado eutrófico.

A última é a componente do fósforo que apresentou os valores mais altos e que posiciona ao lago também num estado eutrófico

Os valores registados na figura 21, apresentam as 3 componentes e os valores correspondentes.

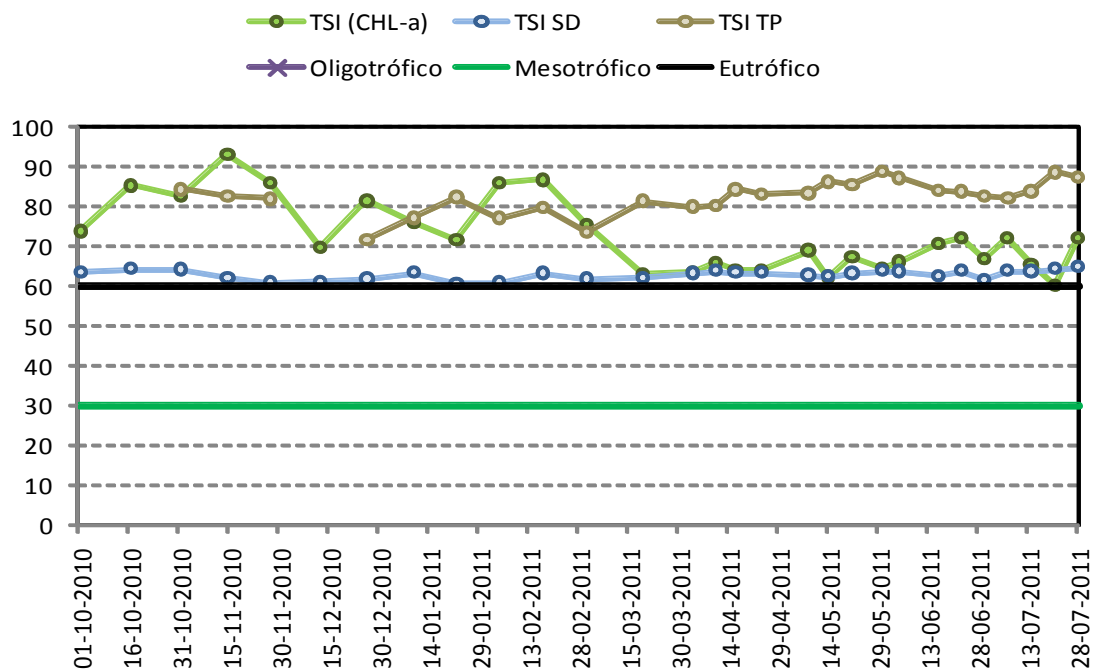


Figura 21. Variação das três componentes do índice de Carlson (PT, CHL-a e SD) ao longo do estudo.

A tabela 1 apresenta os resultados referentes a abundância de fitoplâncton (Nº de células/Litro) encontrado no lago de Campo Grande.

Tabela 1. Listagem de Fitoplâncton, encontrado no lago de 01/10/2010 a 28/07/2011.

Fitoplâncton (Nº cel/l)	
Chlorophyceae	1182000
Euglenophyceae	3000
Dynophyceae	1717000
Chrysophyceae	19000
Bacillariophyceae	4627000
Raphidophyceae	2000

### 3.4 Análise estatística

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Spearman  $r_s$ , entre variáveis/parâmetros amostrados respectivamente com  $p < 0.05$

Variáveis	$r_s$
Total Fitoplâncton Vs. Cladocera	-0,17
Total Fitoplâncton Vs. Nauplii	-0,05
Total Fitoplâncton Vs. Copepoda	0,03
Total Fitoplâncton Vs. Total Zooplâncton	-0,13
Cladocera Vs. Total Fitoplâncton	-0,17
Cladocera Vs. Nauplii	0,06
Cladocera Vs. Copepoda	-0,12

Cladocera Vs. Total Zooplâncton	0,35
Nauplii Vs. Total Fitoplâncton	-0,01
Nauplii Vs. Cladocera	0,06
Nauplii Vs. Copepoda	0,34
Nauplii Vs. Total Zooplâncton	0,41
Copepoda Vs. Total Fitoplâncton	0,03
Copepoda Vs. Cladocera	-0,12
Copepoda Vs. Nauplii	0,34
Copepoda Vs. Total Zooplâncton	0,58
Total Zooplâncton Vs. Total Fitoplâncton	-0,13
Total Zooplâncton Vs. Cladocera	0,35
Total Zooplâncton Vs. Nauplii	0,41
Total zooplâncton Vs. Copepoda	0,58

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Variáveis Ambientais

Os resultados do TSI demonstraram que o lago de campo grande é um lago eutrófico. O comportamento cíclico da concentração da CHL-a só pode ser reflexo de combinação ou combinações cíclicas, das concentrações da água.

Uma consequência do aumento da concentração da CHL-a é a redução da transparência, acompanhando o desenvolvimento de algas e, a cada redução da transparência, o ensombramento e a respectiva senescência (a ausência ou escassez de luz dificulta o desenvolvimento de fitoplâncton e ainda desencadeia processos de degeneração celular, libertando o conteúdo celular na água). A senescência (seguida de decomposição), isto é o que se esperou para o período compreendido entre Março e Julho de 2011, disponibilizando não só nutrientes indispensáveis para o crescimento de algas unicelulares eucariotas de fácil crescimento e tolerância a baixas temperaturas (Ustach & Paerl, 1982), deste modo, a redução da transparência, é provavelmente a combinação do aumento da concentração de CHL-a, e do aumento do DOM e POM (decomposição).

Os efeitos do pH aos do pequeno ensombramento (desencadeado pelo desenvolvimento leve de algas) temos ciclos que compreendem o desenvolvimento de algas (aumento da concentração da CHL-a, diminuição da

concentração do TP, redução da transparência e redução da condutividade) intercalados por pequenos períodos de decomposição.

No entanto, para o período de temperaturas baixas do estudo observou-se uma semana de ensombramento mas ao mesmo tempo a concentração de CHL-*a* era alta, só até os começos de Março registaram-se os processos de decomposição. Para o seguinte período (de temperaturas altas) registaram-se os níveis mais baixos de CHL-*a* o que quer dizer que novamente o ecossistema respondia a multi-estímulos, apresentando estados de equilíbrio transitório correspondentes à sazonalidade, entre a procura e a disponibilidade de recursos.

Até ao fim do estudo os valores da concentração da CHL-*a* sugerem uma crescente disponibilidade de nutrientes evidenciada pelo aumento da biomassa fitoplanctónica, com um máximo a 10/04/2011.

Os resultados sugerem (1) que os nutrientes que já faziam parte da biomassa de fitoplâncton, ter-se juntado (2) outros (concentração de CHL-*a*).

Considerando que:

1. Em geral, 70% dos fósforo orgânico está em forma particulada (seston) (Wetzel, 2001).
2. A hidrólise de fosfatos orgânicos dissolvidos de células senescentes é imediata em águas quentes (Golterman, 1975).
3. O oxigénio dissolvido é consumido por degradação microbiana da matéria orgânica particulada, que sedimenta para o fundo (Wetzel, 2001).

Então provavelmente houve entrada de nutrientes proveniente de fontes externas.

## **4.2 Fitoplâncton**

*Então como se interpreta o crescimento das Bacillariophyceae na época de temperatura mais baixa*

Tratando-se de organismo fotoautótrofos depois de 01/10/2010 a ampliação da zona eufótica implica a entrada de luz na maioria das partes do lago, no entanto na parte mais baixa do lago encontrava-se com carga de nutrientes devido ao maior desenvolvimento da comunidade de algas.

Quando a água do lago começou-se a enriquecer em nutrientes, iniciaram-se as perturbações. O enriquecimento favoreceu o crescimento de fitoplâncton o que aumentou a no verão de 2010, outras das consequências foram a turbacão da água, perda de OD proveniente da fotossíntese.

No caso do lago, para esta altura do ano, começou-se a registar a proliferação das bacillariophyceae, o que desencadeou a opacidade que impede a penetração da luz em todo o corpo de água.

Referente ao desenvolvimento da população do zooplâncton no lago, este não só depende da quantidade de algas disponíveis, também da sua qualidade. As diferenças na qualidade nutricional dos diferentes tipos de algas, aponta que o zooplâncton estará limitado pela qualidade nutricional das comunidades fitoplanctónicas.

Para o estudo, os cladocera, mais especificamente o género *Daphnia*, se pode alimentar de rotífera, por competência de exploração do fitoplâncton, pela interferência mecânica, na qual os rotífera são arrastados à câmara ventral da *Daphnia*, para posteriormente ser expulsos mortos ou em condições graves. Estes mecanismos podem operar em simultâneo nos sistemas aquáticos.

#### **4.3 Índice do Estado Trófico (TSI)**

Os resultados da evolução do TSI de Carlson sugerem uma melhor qualidade de água na lagoa.

Os componentes TP e CHL-a, apresentaram valores relativamente próximos e de evolução semelhante nos primeiros meses do estudo, sendo por isso indicadores preferenciais do estado trófico. O componente SD do TSI sugeria uma influencia das partículas em suspensão na transparência

(Quaresma, 2006), o mesmo componente, sempre manteve os valores regulares.

Quanto ao componente TP do TSI, ao principio, teve valores parecidos à componente do CHL-a, até o 28/02/2011, onde começou a subir, apontando à má qualidade da água.

#### **4.4 Análise estatística**

Na tabela 2, estão todas as correlações, para cada uma das variáveis (total fitoplâncton, cladocera, nauplii, coepoda e total zooplâncton). Mais do que a homogeneidade das variâncias, procedeu-se a utilizar o coeficiente de Spearman porque é um estatístico não paramétrico (ou seja não se requerem supostos para a distribuição dos dados).

O valor do rho de Spearman sempre se encontra entre -1 e 1, quando se aproxima a um desde dois valores, existe uma correlação forte e dependendo do signo haverá correlação positiva ou negativa, ou seja directa ou indirecta.

No caso da correlação entre o fitoplâncton e a cladocera o coeficiente foi de -0.170, este por se encontrar mais próximo a zero do que a um, indica uma correlação não significativa.

a correlação entre o fitoplâncton e os nauplii foi de  $r_s = 0.409$ , com um nível de significância de 0.028, é significativa para o valor de 0.05 (bilateral), o que quer dizer que na época de mais crescimento, as algas presentes no lago foram consumidas pela comunidade larvar dos copepode.

### **5. PROPOSTA DE PRESERVAÇÃO DO LAGO DE CAMPO GRANDE**

Os lagos urbanos são estrutural e funcionalmente muito diferentes ao comum dos lagos e geralmente representam um grande desafio em quanto a sua gestão ambiental sustentável se refere (Barica, 1992; Birch & McKaskie, 1997). Os lagos urbanos, podem server então como indicadores vivos, no que se refere a sua qualidade ambiental, assim também como indicador de saúde ambiental em tudo o âmbito urbano (Barica, 1992).

Os lagos urbanos são relativamente simples, geralmente artificiais, de tamanho pequeno. A realidade dos lagos urbanos apresenta-se em águas pouco transparentes, e condições de eutroficação, que são reflectidas no alto crescimento de vegetação aquática e em muitos casos, num excessivo desenvolvimento de algas microscópicas.

A identificação dos problemas e a planificação para a solução dos lagos é o mais apropriado para desenvolver uma técnica de preservação. As principais fontes de nutrientes foram identificadas e resumidas:

- Ejecção das aves
- Folhas do parque
- Deposição da atmosfera
- Restos de comida para as aves

Os planos de gestão integrados de um parque urbanos, deve incluir por definição, uma componente, que ligue o uso da terra no parque, com a qualidade ambiental do lago (água, sedimento, biota). Podemos concluir que; os estanques e os lagos urbanos, para se manterem em um bom estado ambiental, necessitam tanta ou mais atenção do que o resto do parque (Quiroz, 2007).

Um plano integrado que inclua o parque e o lago, deve incluir basicamente, medidas externas que impeçam a chegada dos nutrientes até o lago e outras medidas internas, que permitam remediar, recuperar e fazer a gestão o estado ambiental do lago.

A experiencia mundial com a recuperação e a gestão dos lagos urbanos, deixa ver que é muito difícil, que os mesmos possam ser recuperados só aplicando técnicas externas que impeçam que os nutrientes e os tóxicos atinjam o lago (Klein, 1992). Por causa disso, além de aplicar as medidas externas, é necessário aplicar as medidas adicionais (internas para poder ter sucesso com a recuperação).



para o caso do lago de campo grande adaptou-se uma situação específica. Não é necessário desenvolver um plano de medidas externas, o lago não é alimentado por vertentes ou bacias hidrográficas que facilitem a entrada de tóxicos e nutrientes para o desenvolvimento das algas.

### **Técnicas de gestão interna**

A interação das diferentes técnicas que impedem que o dano ambiental atinja o lago, trabalham quase em contínuo em contra os efeitos negativos. Este tipo de técnicas são específicas para cada lago. Por tanto, para um e os seus problemas se deveriam analisar quais são as técnicas de aplicabilidade específica, suas vantagens e desvantagens. De maneira muito geral se podem considerar como técnicas de “manutenção” do estado ambiental do lago (Quiroz, 2007).

Para o caso do lago de Campo Grande as alternativas de recuperação e manutenção ambiental são as seguintes:

1. Diluição ou lavado (manipulação do tempo de retenção da água).
2. Secagem periódica.
3. Limpeza da superfície do lago
4. Dragagem
5. Controlo do nível da água

Conjuntamente e para obter uma boa qualidade do lago, devia se aplicar técnicas de controlo de população avícola.

## **6. CONCLUSÃO**

- O lago de campo grande apresenta características de eutrofia, se observamos o zooplâncton esta a desempenhar a sua função de agente filtrador do fitoplâncton, mas não é suficiente para o equilíbrio do estado trófico do lago.
- Uma das causas do estado eutrófico do lago é a entrada de nutrientes por factores externos.

- É normal que na época de altas temperaturas o lago apresente decomposição da biomassa. A época de maior produtividade do lago, correspondeu ao período onde o fitoplâncton aumentou por causa da saturação de nutrientes e o OD diminuiu, por causa da degradação microbiana. A condutividade aumentou e por tanto os processos de respiração do lago foram mais intensos.
- As alternativas de manutenção ambiental são fundamentais para garantir o bom desempenho do lago e a boa qualidade da água.

## BIBLIOGRAFIA

APHA, 1989, Standard methods for the examinations of Water and waste Wastewater. American Public Health Association, 1587 pp

Barrica, J. 1992. Sustainable Management of Urban Lakes: A new environmental challenge. Water Pollution Research Journal of Canada, 27: 211-219.

Boavida, M. J. & Health R. T. 1988 Is alkaline phosphatase always important in phosphate regeneration?. Arch. Hidrobiol. 111: 4: 507-51.8

Birch, S and McCaskie, J. 1997. Shallow urban lakes: A change for lake management. Hydrobiology 395/396: 365-378.

Boavida, M. J., 1999 Wetlands: Most relevant structural and functional aspects. Limnetica, 17:57-63.

Boavida, M. J., 2000a. Phosphatases in phosphorus cycling: A new direction for research on an old subject. Arch. Hidrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 55: 433-440

Carlson E. R. 1977. A trophic state index for lakes . limnol. Oceanogr. 22:361-369.

Carlson E. R. 1980. More applications in the chlorophyll –sechi disk relationship. Limnol. Oceanogr. 25: 379-382.

Daniela, M. F., Jacqueline, Q. M., Armando, L. C., Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia, 9:4-6.

Fitzgerald, G & Nelson T., 1966. Extractive and enzymatic Analysis for limiting or surplus phosphorus in algae. J. Phycologia2: 32-37

Fogg, G. E., 1974. Algal cultures and phytoplankton ecology. Univ Wisconsin.

Holtan, H. L., Kamp- Nielsen, L & Stuanes, A., 1988. Phosphorus in soil, water and sediments: na overview. Hidrobiologia 170: 19-32

- Hutchinson, G. E., 1957. A treatise on Limnology., v. 1 Wiley
- J.M. Conde-Porcuna, E. Ramos-Rodríguez, R. Morales-Baquero, El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos, 7:3-5.
- Klein, G. 1992. Rationale and Implementation of a strategy to restore urban lakes on Berlin: Results after ten years of phosphorus removal. Water Pollution Research Journal of Canada, 27: 235-255
- Quaresma, S. 2006. Freshwater eutrophic ecosystems: From monitoring to management. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Biología Animal.
- Rolando Queirós, Fauba, 2007, Manejo y recuperación de lagos urbanos
- Rose , C, & Axler, R. P., 1998. Uses of alkaline phosphatase activity in evaluating phytoplankton community phosphorus deficiency. Arch. Hydrobiol. 89:54-87
- Schindler, D. W., 1977. Evolution of Phosphorus limitation in lakes. Science 195: 260- 262
- Ustach, J. F. & Pearl H. W., 1982. Blue-green algal scums: Na explanation for their occurrence during freshwater blooms. Limnol. Oceanogr. 27(2), 1982, 212-217.
- Volledeider, R. A., 1969. Primary Production in Aquatic Environments. IBP Handbook 12, Blackwell Scientific Publishers, 233 pp.
- Wetzel , R. G., 1983. Limnology saunders, 767 pp.
- Wetzel 2001, R. G., Limnology – lake and River Ecosystems, 3<sup>rd</sup> edn. Academic Press. 1006 pp.
- Wetzel, R. G., 1991. Extracellular enzymatic interactions: storage, redistribution and interespecific communications. Chróst, R. J. (eed): Microbial Enzymes in Aquatic Environments. 6-28, Springer – Verlag

Wynne, D & Ben Dan, T. B., 1995. The effect of light and phosphate concentrations on phosphatase activities of the photosynthetic bacterium *Chlorobium* spp. *Can. J. microbiology* 41:278-283

# **ANEXO I**

Data	Grupo	Nº ind	Contagens	Vol frasco ml	Vol. filt. m <sup>3</sup>	Media (Nº ind/5 ml)	Densidade (nº méd*vol frasco/5ml)/vol filtr	Densidade arredondada	%
01-10-2010	cladocera	204	1	250	0,32	204	31.424,36	31.424	95,33
	rotifera	4	1	250	0,32	4	616,16	616	1,87
	copepoda	6	1	250	0,32	6	924,25	924	2,80
	naupili	0	1	250	0,32	0	0	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>214</b>					<b>32.964,76</b>	<b>32.964</b>	<b>100,00</b>
16-10-2010	cladocera	187	2	250	0,32	93,5	28.805,66	28.806	81,30
	rotifera	27	2	250	0,32	13,5	4.159,11	4.159	11,74
	copepoda	15	2	250	0,32	7,5	2.310,61	2.311	6,52
	naupili	1	2	250	0,32	0,5	154,04	154	0,43
<b>TOTAL</b>		<b>230</b>					<b>35.429,42</b>	<b>35.430</b>	<b>100,00</b>
31-10-2010	cladocera	191	11	250	0,32	17,36	29.421,82	29.422	92,72
	rotifera	3	11	250	0,32	0,72	462,12	462	1,46
	copepoda	12	11	250	0,32	1,09	1.848,49	1.848	5,83
	naupili	0	11	250	0,32	0	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>206</b>					<b>31.732,44</b>	<b>31.732</b>	<b>100,00</b>
14-11-2010	cladocera	193	33	250	0,32	5,85	29.729,90	29.730	91,04
	rotifera	3	33	250	0,32	0,09	462,12	462	1,42
	copepoda	15	33	250	0,32	0,45	2.310,61	2.311	7,08
	naupili	1	33	250	0,32	0,03	154,04	154	0,47
<b>TOTAL</b>		<b>212</b>					<b>32.656,68</b>	<b>32.657</b>	<b>100,00</b>
27-11-2010	cladocera	150	23	250	0,32	6,52	23.106,14	23.106	71,77
	rotifera	16	23	250	0,32	0,7	2.464,66	2.465	7,66
	copepoda	25	23	250	0,32	1,09	3.851,02	3.851	11,96
	naupili	18	23	250	0,32	0,78	2.772,74	2.773	8,61
<b>TOTAL</b>		<b>209</b>					<b>32.194,56</b>	<b>32.195</b>	<b>100,00</b>
12-12-2010	cladocera	160	19	250	0,32	8,42	24.646,55	24.646	76,92
	rotifera	14	19	250	0,32	0,74	2.156,57	2.157	6,73
	copepoda	24	19	250	0,32	1,26	3.696,98	3.697	11,54
	naupili	10	19	250	0,32	0,43	1.540,41	1.540	4,81
<b>TOTAL</b>		<b>208</b>					<b>32.040,52</b>	<b>32.040</b>	<b>100,00</b>
26-12-2010	cladocera	53	18	250	0,32	2,94	8.164,17	8.164	27,18
	rotifera	73	18	250	0,32	4,05	11.244,99	11.245	37,44
	copepoda	25	18	250	0,32	1,39	3.851,02	3.851	12,82
	naupili	44	18	250	0,32	2,44	6.777,80	6.778	22,56
<b>TOTAL</b>		<b>195</b>					<b>30.037,99</b>	<b>30.038</b>	<b>100,00</b>
09-01-2011	cladocera	88	19	250	0,32	4,63	13.555,60	13.556	44,90
	rotifera	58	19	250	0,32	3,05	8.934,38	8.934	29,59
	copepoda	43	19	250	0,32	2,26	6.623,76	6.624	21,94
	naupili	7	19	250	0,32	0,37	1.078,29	1.078	3,57
<b>TOTAL</b>		<b>196</b>					<b>30.192,03</b>	<b>30.192</b>	<b>100,00</b>
22-01-2011	cladocera	39	34	250	0,32	1,15	6.007,60	6.008	20,63
	rotifera	127	34	250	0,32	3,73	19.563,20	19.563	67,20
	copepoda	23	34	250	0,32	0,68	3.542,94	3.543	12,17
	naupili	0	34	250	0,32	0	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>189</b>					<b>29.113,74</b>	<b>29.114</b>	<b>100,00</b>
04-02-2011	cladocera	48	10	250	0,32	4,8	7.393,97	7.394	23,41
	rotifera	131	10	250	0,32	13,1	20.179,37	20.179	63,90
	copepoda	26	10	250	0,32	2,6	4.005,06	4.005	12,68
	naupili	0	10	250	0,32	0	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>205</b>					<b>31.578,40</b>	<b>31.578</b>	<b>100,00</b>
17-02-2011	cladocera	36	7	250	0,32	5,14	5.545,47	5.545	17,31
	rotifera	116	7	250	0,32	16,57	17.868,75	17.869	55,77
	copepoda	20	7	250	0,32	2,86	3.080,82	3.081	9,62
	naupili	36	7	250	0,32	5,14	5.545,47	5.545	17,31
<b>TOTAL</b>		<b>208</b>					<b>32.040,52</b>	<b>32.040</b>	<b>100,00</b>
02-03-2011	cladocera	34	4	250	0,32	8,5	5.237,39	5.237	16,59
	rotifera	152	4	250	0,32	38	23.414,23	23.414	74,15
	copepoda	6	4	250	0,32	1,5	924,25	924	2,93
	naupili	13	4	250	0,32	3,25	2.002,53	2.002	6,34
<b>TOTAL</b>		<b>205</b>					<b>31.578,40</b>	<b>31.577</b>	<b>100,00</b>

19-03-2011	cladocera	95	6	250	0,32	15,83	14.633,89	14.634	45,02
	rotifera	66	6	250	0,32	11	10.166,70	10.167	31,28
	copepoda	11	6	250	0,32	1,83	1.694,45	1.694	5,21
	naupilli	39	6	250	0,32	6,5	6.007,60	6.008	18,48
<b>TOTAL</b>		<b>211</b>					<b>32.502,64</b>	<b>32.503</b>	<b>100,00</b>
03-04-2011	cladocera	202	3	250	0,32	67,33	31.116,27	31.116	77,69
	rotifera	22	3	250	0,32	7,33	3.388,90	3.389	8,46
	copepoda	11	3	250	0,32	8,7	1.694,45	1.694	4,23
	naupilli	25	3	250	0,32	8,33	3.851,02	3.851	9,62
<b>TOTAL</b>		<b>260</b>					<b>40.050,65</b>	<b>40.050</b>	<b>100,00</b>
10-04-2011	cladocera	134	4	250	0,32	33,5	20.641,49	20.641	61,75
	rotifera	29	4	250	0,32	7,25	4.467,19	4.467	13,36
	copepoda	23	4	250	0,32	5,75	3.542,94	3.543	10,60
	naupilli	31	4	250	0,32	7,75	4.775,27	4.775	14,29
<b>TOTAL</b>		<b>217</b>					<b>33.426,89</b>	<b>33.426</b>	<b>100,00</b>
16-04-2011	cladocera	128	3	250	0,32	42,67	19.717,24	19.717	63,68
	rotifera	24	3	250	0,32	8	3.696,98	3.697	11,94
	copepoda	34	3	250	0,32	11,33	5.237,39	5.237	16,92
	naupilli	15	3	250	0,32	5	2.310,61	2.311	7,46
<b>TOTAL</b>		<b>201</b>					<b>30.962,23</b>	<b>30.962</b>	<b>100,00</b>
24-04-2011	cladocera	92	3	250	0,32	30,7	14.171,77	14.172	44,02
	rotifera	29	3	250	0,32	9,7	4.467,19	4.467	13,88
	copepoda	79	3	250	0,32	26,33	12.169,24	12.169	37,80
	naupilli	9	3	250	0,32	3	1.386,37	1.386	4,31
<b>TOTAL</b>		<b>209</b>					<b>32.194,56</b>	<b>32.194</b>	<b>100,00</b>
08-05-2011	cladocera	153	1	250	0,32	153	23.568,27	23.568	52,58
	rotifera	20	1	250	0,32	20	3.080,82	3.081	6,87
	copepoda	38	1	250	0,32	38	5.853,56	5.854	13,06
	naupilli	80	1	250	0,32	80	12.323,28	12.323	27,49
<b>TOTAL</b>		<b>291</b>					<b>44.825,92</b>	<b>44.826</b>	<b>100,00</b>
14-05-2011	cladocera	210	1	250	0,32	210	32.348,60	32.349	70,23
	rotifera	19	1	250	0,32	19	2.926,78	2.927	6,35
	copepoda	36	1	250	0,32	36	5.545,47	5.545	12,04
	naupilli	34	1	250	0,32	34	5.237,39	5.237	11,37
<b>TOTAL</b>		<b>299</b>					<b>46.058,25</b>	<b>46.058</b>	<b>100,00</b>
21-05-2011	cladocera	485	1	250	0,32	485	74.709,86	74.710	76,62
	rotifera	6	1	250	0,32	6	924,25	924	0,95
	copepoda	110	1	250	0,32	110	16.944,51	16.945	17,38
	naupilli	32	1	250	0,32	32	4.929,31	4.929	5,06
<b>TOTAL</b>		<b>633</b>					<b>97.507,93</b>	<b>97.508</b>	<b>100,00</b>
30-05-2011	cladocera	60	1	250	0,32	60	9.242,46	9.242	25,75
	rotifera	16	1	250	0,32	16	2.464,66	2.465	6,87
	copepoda	66	1	250	0,32	66	10.166,70	10.167	28,33
	naupilli	91	1	250	0,32	91	14.017,73	14.017	39,06
<b>TOTAL</b>		<b>233</b>					<b>35.891,54</b>	<b>35.891</b>	<b>100,00</b>
04-06-2011	cladocera	30	1	250	0,32	30	4.621,23	4.621	9,55
	rotifera	192	1	250	0,32	192	29.575,86	29.576	61,15
	copepoda	62	1	250	0,32	62	9.550,54	9.551	19,75
	naupilli	30	1	250	0,32	30	4.621,23	4.621	9,55
<b>TOTAL</b>		<b>314</b>					<b>48.368,86</b>	<b>48.369</b>	<b>100,00</b>
16-06-2011	cladocera	51	1	250	0,32	51	7.856,09	7.856	23,83
	rotifera	41	1	250	0,32	41	6.315,68	6.316	19,16
	copepoda	6	1	250	0,32	6	924,25	924	2,80
	naupilli	116	1	250	0,32	116	17.868,75	17.869	54,21
<b>TOTAL</b>		<b>214</b>					<b>32.964,76</b>	<b>32.965</b>	<b>100,00</b>
23-06-2011	cladocera	41	1	250	0,32	41	6.315,68	6.316	12,35
	rotifera	32	1	250	0,32	32	4.929,31	4.929	9,64
	copepoda	26	1	250	0,32	26	4.005,06	4.005	7,83
	naupilli	233	1	250	0,32	233	35.891,54	35.892	70,18
<b>TOTAL</b>		<b>332</b>					<b>51.141,60</b>	<b>51.142</b>	<b>100,00</b>
30-06-2011	cladocera	46	1	250	0,32	46	7.085,88	7.086	11,11
	rotifera	7	1	250	0,32	7	1.078,29	1.078	1,69



	copepoda	38	1	250	0,32	38	5.853,56	5.854	9,18
	naupilli	323	1	250	0,32	323	49.755,23	49.755	78,02
<b>TOTAL</b>		<b>414</b>					<b>63.772,96</b>	<b>63.773</b>	<b>100,00</b>
07-07-2011	cladocera	34	1	250	0,32	34	5.237,39	5.237	15,81
	rotifera	9	1	250	0,32	9	1.386,37	1.386	4,19
	copepoda	95	1	250	0,32	95	14.633,89	14.634	44,19
	naupilli	77	1	250	0,32	77	11.861,15	11.861	35,81
<b>TOTAL</b>		<b>215</b>					<b>33.118,81</b>	<b>33.118</b>	<b>100,00</b>
14-07-2011	cladocera	57	2	250	0,32	28,5	8.780,33	8.780	26,64
	rotifera	34	2	250	0,32	17	5.237,39	5.237	15,89
	copepoda	26	2	250	0,32	13	4.005,06	4.005	12,15
	naupilli	97	2	250	0,32	48,5	14.941,97	14.942	45,33
<b>TOTAL</b>		<b>214</b>					<b>32.964,76</b>	<b>32.964</b>	<b>100,00</b>
21-07-2011	cladocera	349	1	250	0,32	349	53.760,29	53.760	68,97
	rotifera	7	1	250	0,32	7	1.078,29	1.078	1,38
	copepoda	69	1	250	0,32	69	10.628,83	10.629	13,64
	naupilli	81	1	250	0,32	81	12.477,32	12.477	16,01
<b>TOTAL</b>		<b>506</b>					<b>77.944,72</b>	<b>77.944</b>	<b>100,00</b>
28-07-2011	cladocera	258	1	250	0,32	258	39.742,57	39.743	62,47
	rotifera	1	1	250	0,32	1	154,04	154	0,24
	copepoda	64	1	250	0,32	64	9.858,62	9.857	15,50
	naupilli	90	1	250	0,32	90	13.863,69	13.864	21,79
<b>TOTAL</b>		<b>413</b>					<b>63.618,91</b>	<b>63.618</b>	<b>100,00</b>

## **ANEXO II**



Fotografia 1 e 2. Observação do espelho de água em 01/07/2011



Fotografia 3 e 4. Resíduos de folhas em 01/07/2011



Fotografia 5 e 6. Movimentação da água em 15/08/2011



Fotografia 7 e 8. Estado actual do corpo de água. Em 22/08/2011



Fotografia 9 e 10. Visualização da turbação da água em 22/08/2011