

IV-169 – OCORRÊNCIA DE CIANOBACTÉRIAS POTENCIALMENTE TÓXICAS NO ESTADO DA PARAÍBA**Janiele da Costa de França⁽¹⁾**

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba. Doutoranda em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos na Universidade Estadual de Maringá.

José Etham de Lucena Barbosa

Biólogo pela Universidade Estadual da Paraíba. Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos. Professor Titular do Departamento de Biologia na Universidade Estadual da Paraíba.

Beatriz Susana Ovruski de Ceballos

Possui graduação em Bioquímica pela Universidade Nacional de Tucumán, mestrado em Microbiologia e Imunologia pela Universidade Federal de São Paulo e doutorado em Ciências Biológicas (Microbiologia) pela Universidade de São Paulo. Professora colaboradora nos programas de pós graduação do Mestardo em Engenharia Civil e Ambientml e no Doutorado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande e professor titular da Universidade Estadual da Paraíba.

Célia Regina Diniz

Graduada em Engenharia Química - Universidade Federal da Paraíba, mestre em Engenharia em Eng. Civil (Eng. Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba. Doutorado em Recursos Naturais - Universidade Federal de Campina Grande. Professora e Pró-Reitora de Administração da Universidade Estadual da Paraíba.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Doutor Mario Clapier Urbinati, 61 –Jardim Universitário- Maringá- PR - CEP: 87020 - 260 Brasil - Tel: (44)3346-2350 - e-mail: janiele.biologa@gmail.com

RESUMO

A eutrofização dos corpos aquáticos pode causar grandes alterações na estrutura das comunidades podendo favorecer o florescimento de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, algumas vezes letais à biota. O conhecimento da dinâmica da comunidade fitoplanctônica é de grande importância, pois esses organismos são eficientes indicadores de alterações nesses ambientes. com o objetivo de realizar um levantamento da ocorrência de cianobactérias potencialmente tóxicas nos últimos 4 anos, foram realizadas coletas bimensais de janeiro de 2006 a dezembro de 2009 na região lacustre (subsuperfície) de vinte reservatórios de abastecimento público do Estado da Paraíba. Análises quali-quantitativas da comunidade fitoplanctônica forma realizadas associadas a testes de toxicidade a microcistina. A ocorrência de cianobactérias nos reservatórios aumentou ao longo do período de amostragem. No ano de 2006 apenas 13% dos reservatórios apresentaram florações de cianobactérias, em 2007 o percentual passou a ser 20%, 56% em 2008 e 94% em 2009. Com relação a análise de microcistina na água, dos vinte e cinco reservatórios amostrados, observou-se que no período seco do ano de 2007 as concentrações de microcistina foram bem mais evidentes, sendo detectadas em 55% dos reservatórios. Em 40% dos ambientes destes a concentração foi superior ao 1 µg/L para águas destinadas ao consumo humano, sendo nos 15% restantes as concentrações de microcistina ficaram abaixo dos 0,5 µg/L. As concentrações de microcistina oscilaram entre 0,19 µg/L e 4,54 µg/L. Os resultados apresentados tem possivelmente implicações para a saúde pública, em função da eventual contaminação da água servida com cianotoxinas e conseqüente exposição crônica da população local aos efeitos deletérios desses compostos.

PALAVRAS-CHAVE: Florações de cianobactérias, Toxicidade, reservatórios de abastecimento, semiárido

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com o aumento significativo de florações de cianobactérias em águas eutrofizadas de todo o mundo, as cianotoxinas tornaram-se uma grande ameaça para a saúde dos humanos e de animais aquáticos (PAERL et al., 2001). As microcistinas, produzidas principalmente por *Microcystis aeruginosa*, são as cianotoxinas mais difundidas e envolvidas em uma variedade de intoxicações de mamíferos. De acordo com Dietrich e Hoeger (2005), há mais de 80 análogos estruturais da microcistina, dentre os quais, microcistina-LR

(MC-LR), microcistina-RR (MC-RR) e microcistina-YR (MC-YR) são as três formas mais comuns e amplamente estudadas.

A principal causa da perda da qualidade da água dos reservatórios nordestinos está relacionada à eutrofização (crescimento excessivo dos produtores resultante enriquecimento por nutrientes advindos de atividades humanas). Muitos estudos concluem que a deposição de nitrogênio e fósforo é um fator crítico para manter a qualidade da água e a integridade dos ecossistemas. As cargas externas, pontuais ou difusas de nutrientes causam uma série de prejuízos a esses ambientes, em muitos casos inviabilizando o uso da água para seus múltiplos fins. A eutrofização dos corpos aquáticos pode causar grandes alterações na estrutura das comunidades podendo favorecer o florescimento de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, algumas vezes letais à biota.

O abundante crescimento de cianobactérias em reservatórios de água cria vários problemas no suprimento de água, por apresentarem florações (“blooms”) com a produção de toxinas e conseqüentemente aumento na incidência de intoxicações em animais e humanos. As cianotoxinas constituem uma grande fonte de produtos naturais tóxicos produzidos pelas cianobactérias e, embora ainda não estejam devidamente esclarecidas as causas de sua produção, têm-se assumido que esses compostos tenham função protetora contra herbivoria, como acontece com alguns metabólitos de plantas vasculares (CARMICHAEL, 1992). De acordo com o mecanismo de ação as cianotoxinas são divididas em três grupos: hepatotoxinas, dermatotoxinas e as neurotoxinas. Estas toxinas têm sido responsáveis por casos de intoxicação de animais tanto da fauna silvestre quanto doméstica em todo o mundo (CHORUS e BARTRAM, 1999).

A ocorrência de cianobactérias em regiões semiáridas é grave não só pela susceptibilidade da população humana às intempéries do flagelo das secas que otimizam este quadro, como também pela inexistência e/ou ineficiência dos raros sistemas de tratamento convencionais implantados na região. A dependência das populações, dos recursos pesqueiros destes açudes, hoje freqüentemente contaminados por florações de cianobactérias potencialmente tóxicas, ampliam o efeito de risco deste grave problema.

Os recursos hídricos do estado da Paraíba estão divididos em onze bacias hidrográficas (figura 1), que contém mais de 123 reservatórios de abastecimento público, o que proporciona uma capacidade de armazenamento de 3.906.773.462 m³ distribuídos em reservatórios de pequeno médio, grande e macro porte. As Bacias Hidrográficas do Rio Piranhas e Rio Paraíba, além de serem as maiores em extensão territorial, cerca de 81,75% da área do Estado da Paraíba, também são as que apresentam os maiores potenciais de acumulação com 66,93% e 28,25% respectivamente.

Assim o presente estudo objetivou realizar um levantamento da ocorrência de cianobactérias potencialmente tóxicas em reservatórios de abastecimento do Estado da Paraíba nos últimos quatro anos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem - Foram realizadas coletas bimensais de janeiro de 2006 a dezembro de 2009 na região lacustre (subsuperfície) de vinte e cinco reservatórios de abastecimento público do Estado da Paraíba (todos com capacidade de acumulação igual ou maior que 30 milhões de m³), sendo divididos em cinco bacias hidrográficas (Rios Piranhas, Paraíba, Taperoá, Mamanguape, Gramame) (Figura 1). Este conjunto de reservatórios corresponde a 84,2% da capacidade de armazenamento de água superficial no estado. As amostragens foram realizadas em dois períodos distintos, um período de baixa precipitação pluviométrica (período seco) e um de alta precipitação pluviométrica (período chuvoso).

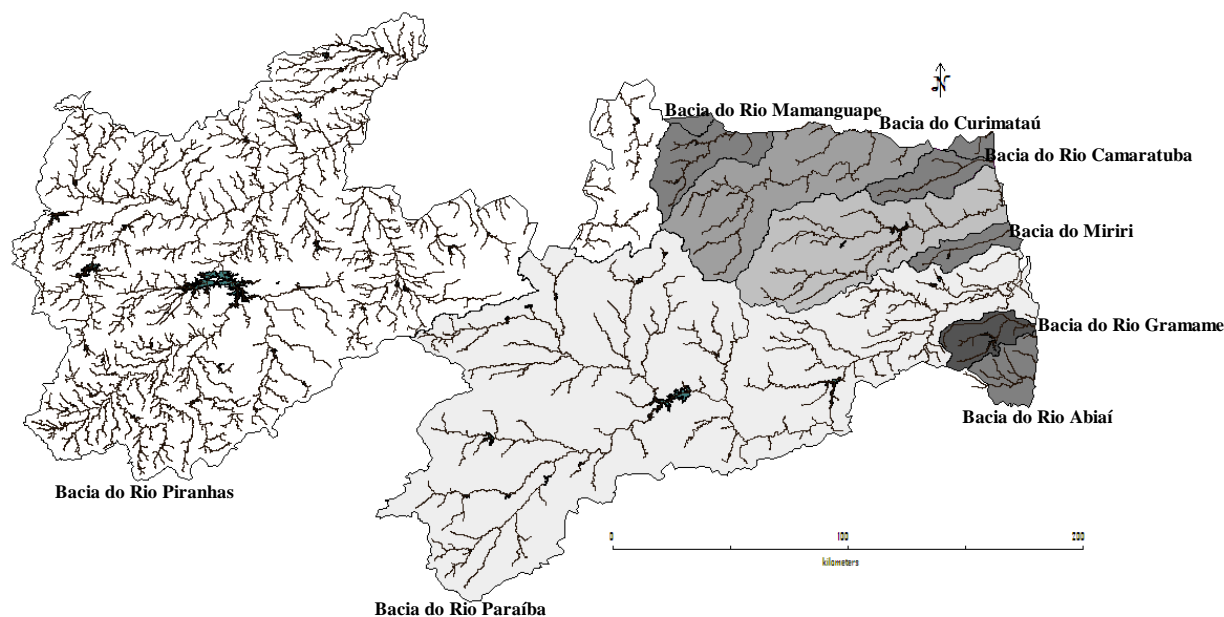


Figura 01: Bacias hidrográficas da Paraíba com destaque para os vinte maiores reservatórios do estado (capacidade de armazenamento $\geq 30.000.000\text{m}^3$).

2.2.2 Análise das amostras - as identificações das populações fitoplanctônicas foram feitas em microscópio Olympus BH-2, equipado com contraste de fase e analisador de imagens (Media Cybernetics Image Pro-plus), através da análise de características morfológicas e morfométricas das fases vegetativa e reprodutiva. A abundância das populações fitoplanctônicas (ind. mL^{-1}) foi estimada pelo método da sedimentação de Utermöhl (1958), em microscópio invertido a 400 aumentos. 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. Os indivíduos (células, colônias, filamentos) foram enumerados em campos aleatórios, em número suficiente para alcançar 100 indivíduos da espécie mais freqüente, sendo o erro inferior a 20%, ($p < 0,05$). Quando não foi possível utilizar esse critério (amostras com algas escassas e detrito abundante), foram enumerados indivíduos em tantos campos aleatórios quanto os necessários para que se estabilize o número de espécies adicionadas por campo (método da área mínima), a fim de garantir uma representatividade qualitativa mínima das espécies. Para a análise de cianotoxinas as amostras foram coletadas usando uma rede de plâncton de $20\mu\text{m}$ e mantidas a -20°C . A toxina foi detectada usando um kit de ELISA (Enzyme-Linked Immunoabsorbant Assay) em placa Quantiplate™ para microcistina de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante do teste. Para a leitura das placas, a 450nm e 630nm , foi utilizada uma leitora modelo EL-800 marca Biotek, juntamente com o programa Gen-5 (Biotek).

RESULTADOS

Os recursos hídricos do estado da Paraíba compõem-se de 11 bacias hidrográficas nas quais estão distribuídos 123 reservatórios utilizados para o abastecimento público de 3641395 milhões de pessoas (IBGE, 2007). Entre os anos de 2006 a 2009 foram registradas a ocorrência de cianobactérias em 22 deles, os quais representam mais de 70% do volume total de águas disponíveis ao abastecimento no estado (tabela I).

Tabela I: Cianobactérias dominantes em reservatórios do estado da Paraíba

Açude	Bacia Hidrográfica	Espécie
Gramame	Gramame	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Acauã	Paraíba	<i>Cylindrospermopsis raciborskii/Planktothrix agardii</i>
Boqueirão	Paraíba	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Araçagi	Piranhas	<i>Cylindrospermopsis raciborskii Planktothrix agardii</i>
Soledade	Taperoá	<i>Planktothrix agardii</i>
Vaca Brava	Paraíba	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
Picuí	Seridó	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
Açude Luiz Heleno	Taperoá	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
Camalaú	Paraíba	<i>Microcystis aeruginosa/Planktothrix agardii</i>
Capoeira	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Sumé	Paraíba	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>
Lagoa Do Arroz	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Cordeiro	Paraíba	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Carneiro	Piranhas	<i>Cylindrospermopsis raciborskii/Microcystis aeruginosa</i>
Condado	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa/Planktothrix agardii</i>
Cachoeira Dos Cegos	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Saco	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Bruscas	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa/Planktothrix agardii</i>
Jenipapeiro	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Baião	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Coremas	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa</i>
Engenheiro Ávidos	Piranhas	<i>Microcystis aeruginosa/Cylindrospermopsis raciborskii</i>

A ocorrência de florações de cianobactérias nos reservatórios da Paraíba aumentou significativamente entre os anos de 2006 e 2009. No ano de 2006 apenas 3% dos reservatórios apresentaram florações de cianobactérias, em 2007 o percentual passou a ser 20%, 45% em 2008 e 62% em 2009 (figura 2A). Este fato está relacionado ao aumento da eutrofização dos reservatórios.

Nos períodos de baixas precipitações pluviométricas, as florações de cianobactérias são mais ocorrentes em detrimento aos períodos de maiores precipitações, quando os reservatórios apresentam maiores níveis hidrométricos. Nos períodos secos quatro dos reservatórios apresentaram densidades de cianobactérias superior ao limite estabelecido pela OMS (20.000 Ind./mL), esse período apresentou uma variação compreendida entre um mínimo de 30 Ind./mL (R2) e um máximo de 34.587 Ind./mL (R12). No período chuvoso houve uma grande decréscimo na quantidade de indivíduos nos reservatórios, sendo observado apenas dois reservatórios (R10 e R15) com uma abundância superior a 10.000 Ind./mL, a quantidade de indivíduos nesse período variou entre zero Ind./mL (R13) e 13.273 Ind./mL (R15) (Figura 2). Nos dois períodos foram identificadas a presença de espécies de algas potencialmente produtoras de toxinas, dentre elas destacaram-se, no período de secas, *Anabaena solitaria*, *Aphanizomenon tropicalis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix agardii*, *Pseudoanabaena sp.*, e no período chuvoso destacaram-se *Anabaena circinalis*, *Anabaena crassa*, *Anabaena solitaria*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis robusta*, *Oscillatoria princeps*, *Oscillatoria sp1*, *Oscillatoria sp2*, *Planktothrix agardii*, *Pseudoanabaena sp.*

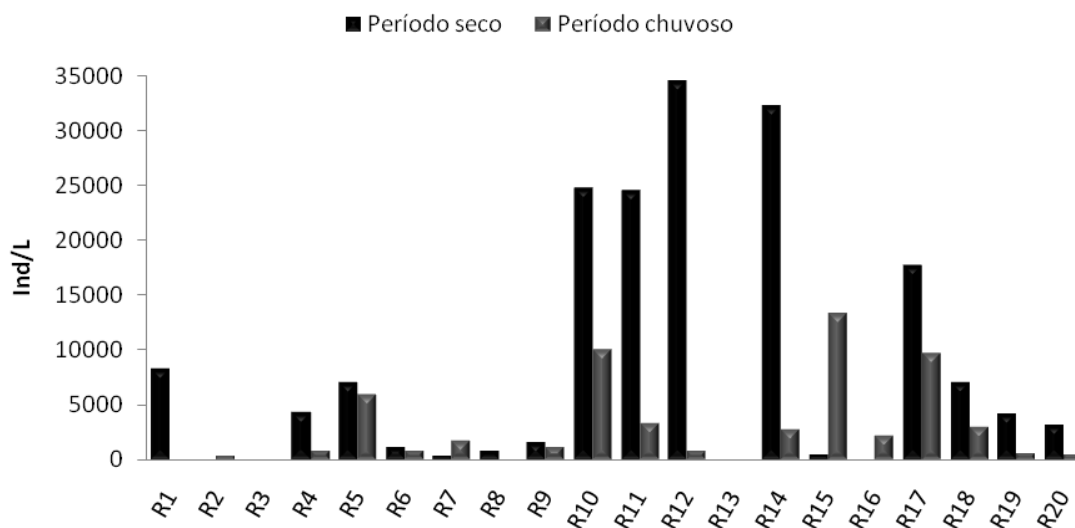


Figura 2: Densidade de cianobactérias em 20 reservatórios de abastecimento do estado da Paraíba

A abundância de cianobactérias nos reservatórios amostrados é preocupante pelo fato de muitas espécies desta classe serem potencialmente produtoras de toxinas. Esses organismos foram dominantes em treze dos 20 reservatórios de abastecimento monitorados, sendo detectadas na maioria dos reservatórios, espécies potencialmente tóxicas. No período seco, alguns ambientes apresentaram densidades superiores a 20.000 Ind./mL, números acima dos padrões permitidos por lei, nesse caso seriam necessárias análises mensais e até semanais desses reservatórios para detecção de cianotoxinas. De acordo com a Portaria nº 518/2004, em todas as Estações de Tratamento de Água, onde o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/mL deve ser realizada uma análise mensal da água bruta para detecção de cianotoxinas e essas análises devem ser semanais quando o número de cianobactérias exceder este valor. Se o número de cianobactérias exceder 20.000 células/mL deve ser realizada análises semanais da concentração de cianotoxinas, porém esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos (BRASIL, 2004).

Em vinte dos reservatórios de maior representatividade para o abastecimento da população paraibana realizou-se entre os períodos de seca e chuva dos anos de 2008-2009, testes de toxicidade a microcistina, com o intuito de avaliar a toxicidade das recorrentes florações de cianobactérias. Nos períodos de secas em 55% dos reservatórios foi detectado microcistina, destes apenas 15% apresentaram valores abaixo de 1 µg/L, em conformidade com o sugerido pela resolução CONAMA, 357/05. Este limite é igual ao proposto pela Portaria 518/2004-MS de águas para consumo após potabilizadas (figura 3). No período de chuvas apenas 20% dos reservatórios apresentaram microcistina na água.

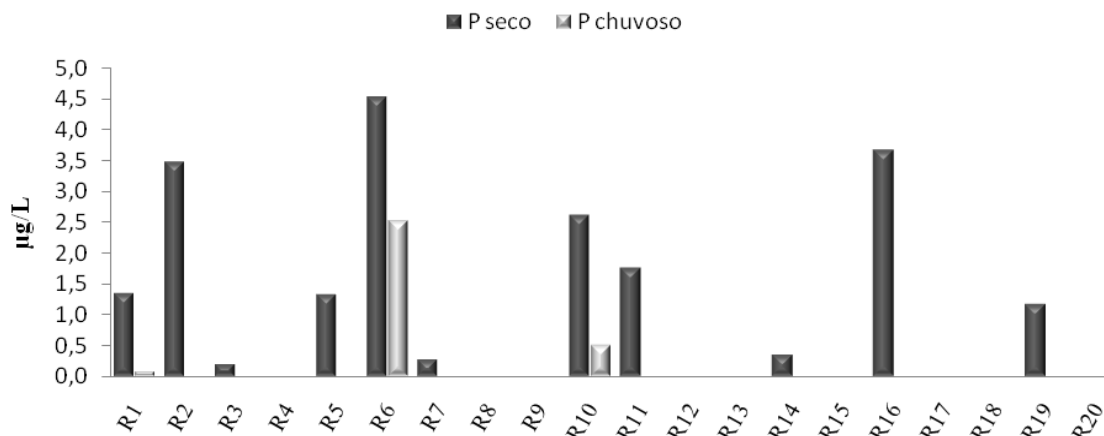


Figura 3: Concentração de microcistina na água de 20 reservatórios de abastecimento do Estado da Paraíba

Para águas de abastecimento, o fato é preocupante, pois a microcistina liberada na água pode acumular no tecido de peixes ocasionando intoxicações pelo consumo deste alimento contaminado ou através da ingestão da própria água contaminada com essa toxina. As Exposições humanas à microcistinas podem ocorrer de diferentes formas, dentre elas temos as rotas diretas como água de consumo, águas utilizadas para recreação (CHOURUS E BARTRAM, 1999) ou águas utilizadas em tratamentos de hemodiálise (POURIA et al., 1998) ou ainda as rotas indiretas como o consumo de alimentos contendo toxinas (MAGALHAES et al., 2001). Estas intoxicações podem ocasionar efeitos agudos ou crônicos levando conseqüentemente a morte dos indivíduos expostos as toxinas (CHOURUS E BARTRAM, 1999).

As águas dos reservatórios amostrados sofrem apenas um tratamento convencional, aplicado por estações de tratamento antigas e ineficientes, que não englobam a identificação e muito menos a detecção de cianotoxinas, dessa forma a população que usufrui dessa água fica ainda mais exposta à contaminação por microcistina. De acordo com a Chourus e Bartram, (1999), as intoxicações agudas por microcistinas ocorrem, freqüentemente, devido à lise das células de cianobactérias (por morte natural ou pelo processo inadequado de tratamento da água) que liberam a toxina na água. A inalação dessa água contaminada ou de células de cianobactérias representa um perigo maior do que a ingestão de água contendo cianotoxinas. Essa inalação e o consumo de água ou de alimentos contaminados por cianotoxinas, mesmo em pequenas doses, podem levar ao desenvolvimento de câncer nos seres humanos. Fato este já observado em estudos epidemiológicos que relacionaram a presença de microcistina na água utilizada para consumo com o aumento na incidência de câncer no cólon e no fígado (ZHAOU et al., 2006). Dentro desse contexto as crianças, os idosos e pacientes com hepatite-B necessitam de uma atenção especial por serem mais susceptíveis a intoxicações por microcistinas.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Florações de cianobactérias são um problema freqüente nas bacias hidrográficas do estado da Paraíba, em águas destinadas tanto ao abastecimento público quanto a recreação. Além da exposição à ingestão das cianotoxinas na água servida, outra importante via de contaminação demonstrado é o consumo de organismos aquáticos, uma vez que microcistinas podem se acumular em músculos de peixes. Em todos os corpos d'água monitorados, o fósforo total e nitrogênio inorgânico total indicam ambientes com elevado grau de eutrofização. Portanto, pode não haver melhoria da qualidade dos mesmos em relação aos episódios de florações se medidas eficazes de remediação desta problemática não forem implementadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARMICHAEL, W.W. 1992. Cyanobacteria secmetabolites - the cyanotoxins. *Journal of Applied Bacter*72: 445-459.
2. CHORUS, I. & BARTRAM, J. 1999. Toxic Cyanobacteria in water: A guide to the Public Health Consequences, Monitoring and Management. E & FN Spon, London. 416p.
3. MAGALHÃES, V.F.; SOARES, R.M. & AZEVEDO, S.M.F.O.2001. Microcystin contamination in fsh from the Jacarepaguá (RJ, Brazil): ecological implication and human health risk.toxicon. 39: 1077-1085.
4. PAERL, H.W. & HUISMAN, J. 2008. Blooms like it hot. *Science*,320: 57-58.
5. UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkonnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilung Internationalen Verein Limnologiae* 9: 1- 38
6. ZHAO M, XIE, S., ZHU, X.,YANG, Y., GAN, N., SONG, L. 2006. Effect of dietary cyanobacteria on growth and accumulation of microcystins in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquiculture* 261:960-966.