



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I – CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**IARA BEZERRA DE OLIVEIRA**

**RELAÇÕES DOS FATORES ABIÓTICOS COM A  
DENSIDADE E DOMINÂNCIA DE CIANOBACTÉRIAS EM  
RESERVATÓRIOS DO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

CAMPINA GRANDE – PB

2011

**IARA BEZERRA DE OLIVEIRA**

**RELAÇÕES DOS FATORES ABIÓTICOS COM A  
DENSIDADE E DOMINÂNCIA DE CIANOBACTÉRIAS EM  
RESERVATÓRIOS DO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. José Etham de Lucena Barbosa  
Co-orientadora: Janiele da Costa de França

CAMPINA GRANDE – PB

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

O48r Oliveira, Iara Bezerra de.  
Relações dos fatores abióticos com a densidade e dominância de cianobactérias em reservatórios do semi-árido paraibano [manuscrito] / Iara Bezerra de Oliveira. – 2011.  
19 f. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2011.  
“Orientação: Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa, Departamento de Biologia”.

1. Qualidade da água. 2. Eutrofização. 3. Cianobactérias. I. Título.

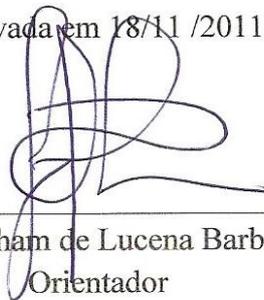
CDD 21. ed. 628.112

IARA BEZERRA DE OLIVEIRA

**RELAÇÕES DOS FATORES ABIÓTICOS COM A  
DENSIDADE E DOMINÂNCIA DE CIANOBACTÉRIAS EM  
RESERVATÓRIOS DO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovada em 18/11 /2011.



Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa / UEPB  
Orientador



Profª MSc. Sandra Maria da Silva/UEPB  
Examinadora / UEPB



Prof. Dr. Jandeson Brasil Dias  
Examinador / UEPB

# **RELAÇÕES DOS FATORES ABIÓTICOS COM A DENSIDADE E DOMINÂNCIA DE CIANOBACTÉRIAS EM RESERVATÓRIOS DO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

OLIVEIRA, Iara Bezerra<sup>1</sup>; BARBOSA, José Etham de Lucena<sup>1</sup>; FRANÇA, Janiele da Costa<sup>2</sup>.

1. Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
2. Universidade Estadual de Maringá - UEM

## **RESUMO**

A principal causa da perda da qualidade da água dos reservatórios nordestinos está relacionada à eutrofização, processo de enriquecimento do corpo aquático por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, tal processo pode causar grandes alterações na estrutura das comunidades, podendo favorecer o florescimento de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, algumas vezes letais à biota. Dessa forma o objetivo do presente estudo é explicar as relações dos fatores abióticos com a densidade e dominância de cianobactérias nos reservatórios se abastecimento do semi-árido paraibano. O estudo foi realizado em reservatórios em cascata. Foram realizadas coletas (bimensais de agosto/08 a julho/09, com uma trimensal de outubro/2008 à janeiro/2009), em quatro profundidades da zona limnética, em três reservatórios do Alto Paraíba, sendo analisadas variáveis físicas, químicas e biológicas da água. Os resultados mostraram que além do nitrogênio total disponível nos corpos aquáticos vários outros fatores abióticos, correlacionam-se positivamente com a densidade total de cianobactérias. Isso demonstra que as alterações dos fatores abióticos e consequência das alterações na qualidade da água, dos ecossistemas aquáticos do trópico semi-árido paraibano tem efeitos significativos sobre a dominância na densidade de cianobactérias que em altas densidades podem afetar o funcionamento destes ecossistemas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cianobactérias. Dominância. Fatores abióticos.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores que afetam a qualidade da água nos reservatórios nordestinos é a descarga excessiva de nutrientes no corpo d'água, ocasionando assim, o processo de eutrofização e conseqüentemente, o crescimento excessivo de algas fitoplanctônicas. Pois, estudos concluem que a deposição de nitrogênio e fósforo é um fator importante para o crescimento desses organismos, além de serem considerados fatores críticos para manter a qualidade da água e a integridade dos ecossistemas. Com o processo de eutrofização, há um aumento da produtividade fitoplanctônica, com dominância de cianobactérias, ou cianofíceas. Ocasionalmente, ocasionando florações, caracterizada pelo intenso crescimento de organismos fitoplanctônicos na superfície da água. As florações de cianobactérias causam impactos sócios, econômicos e ambientais principalmente pela produção de metabólitos secundários bioativos com altas propriedades tóxicas que podem afetar a saúde de muitos animais inclusive do homem, (YUNES, 1998). Como muitas espécies de cianobactérias são tóxicas, produtoras de cianotoxinas, seu controle em mananciais torna-se medida fundamental, pois estas toxinas incluem neurotoxinas, hepatoxinas, dermatoxinas. Na Paraíba, recentemente, foram identificados e relatados grandes florações de cianobactérias, como de *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Microcystis aeruginosa*, encontradas nos principais reservatórios de abastecimento do semi-árido paraibano, sendo estas produtoras de cianotoxinas, principal causa de envenenamento animal. Desse modo, faz-se necessário compreender quais fatores influenciam o desenvolvimento desses organismos, e suas relações com os fatores abióticos, para que se possam criar medidas de controle.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A demanda por recursos hídricos, seja para o abastecimento público, irrigação, uso industrial, navegação e aquíicultura, tem resultado um crescente enriquecimento artificial dos ecossistemas aquáticos, principalmente a partir de descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e das regiões agricultáveis. Este processo de enriquecimento, principalmente por fósforo e nitrogênio, é conhecido como eutrofização e tem como conseqüência não somente a perda das qualidades cênicas como também o desencadeamento de uma cascata de efeitos ecológicos, os quais resultam em redução da biodiversidade aquática e no crescimento intenso de organismos muitas vezes indesejáveis, como algas, cianobactérias e macrófitas aquáticas (SCHINDLER, 2006; SMITH et al. 2006).

A eutrofização ou enriquecimento das águas favorece a proliferação rápida de algas e cianobactérias, fato que pode acarretar vários problemas no ambiente aquático, tais como: flutuações extremas da concentração de oxigênio dissolvido e pH; dificuldade da penetração de luz na coluna d'água pelo acúmulo de algas na superfície, prejudicando o desenvolvimento de outras formas de vida; mudanças de coloração; presença de odores e sabores desagradáveis, principalmente em mananciais utilizados para abastecimento público e recreação, pois dificultam e oneram o processo de tratamento da água.

Em virtude da maior escassez de água, os reservatórios das regiões semi-áridas apresentam uma vazão efluente reduzida e um elevado tempo de retenção hidráulica, além de um balanço hídrico negativo durante a maior parte do ano, favorecendo o acúmulo e a concentração de sais e nutrientes. Na região semi-árida do rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, a eutrofização dos reservatórios foi identificada como o maior problema relativo à perda de qualidade de água (BOUVY, 2000; Costa et al. 2006; ESKINAZI-SANT'ANNA et al. 2006, MACEDO, 2009).

Uma das conseqüências mais danosas do aceleração do processo de eutrofização tem sido o aumento da ocorrência de florações tóxicas de cianobactérias com conseqüente incorporação dessas toxinas (cianotoxinas) nos diferentes níveis de tróficos (plâncton, peixes e homem) (MAGALHÃES et al. 2001). Alguns estudos têm demonstrado que cianobactérias podem exercer efeitos adversos em peixes, incluindo danos ao fígado, às guelras e aos rins, distúrbio iônico, mudanças comportamentais, redução no crescimento e mortalidade (ERICKSON et al. 1986, TENCALLA et al. 1994, RODGER et al. 1994, LI et al. 2005). Embora a mortandade de peixes em larga escala possa estar relacionada a florações de algas e

cianobactérias tóxicas (ERICKSON et al. 1986; RODGER et al. 1994; AZEVEDO & CARMOUSE 1994; LANDSBERG, 2002), outros fatores como pH, devido a atividade fotossintética, e baixa concentração de oxigenação, associada ao decaimento da floração, podem estar ligados com a mortalidade (CHIRISTOFFERSEN 1996).

Sob determinadas condições ambientais as cianobactérias podem se tornar a parcela dominante do fitoplâncton de lagos, reservatórios e rios, formando muitas vezes, florações. O termo floração não é claramente definido e não determina exatamente uma quantidade específica de células por unidade de volume. Normalmente, diz-se que há uma floração quando ocorre uma biomassa fitoplanctônica significativamente mais alta que a média do ambiente (OLIVER e GANF, 2000; WHITTON & POTTS 2000). Florações de cianobactérias podem causar uma série de problemas, como aumento da turbidez e diminuição das concentrações de oxigênio. Além disso, muitas florações tóxicas causando deteriorização da qualidade da água, gosto e odor, mudanças na cadeia trófica, mortandade de peixes e animais domésticos e até atingindo seres humanos (PAERL et al. 2001; CARMICHAEL et al. 2001).

Cianobactérias são organismos comumente encontradas em ambientes marinhos e de água doce, contribuindo com grande parte da produtividade primária e do fluxo de energia em ecossistemas eutrofizados (SANT' ANNA et al. 2006). Algumas espécies de cianobactérias são diazotróficas, ou seja, podem fixar, em estruturas denominadas heterocitos, o nitrogênio atmosférico na forma metabolizável de amônio, formarem acinetos, que são células diferenciadas que funcionam como esporos de resistência, e controlarem sua posição na coluna d'água através de estruturas denominadas aerótopos (WHITTON & POTTS 2000). Esses organismos são também capazes de sintetizar uma série de compostos, com efeitos tóxicos, chamados de cianotoxinas (CARMICHAEL, 1992).

As cianotoxinas constituem uma grande fonte de produtos naturais tóxicos produzidos pelas cianobactérias e, embora não estejam devidamente esclarecidas às causas de sua produção, têm-se assumido que esses compostos tenham função protetora contra herbívoros, como acontece com alguns metabólitos de plantas vasculares (CARMICHAEL, 1992). De acordo com o mecanismo de ação as cianotoxinas são divididas em três grupos: hepatoxinas, dermatoxinas e as neurotoxinas. Estas toxinas têm sido responsáveis por casos de intoxicação de animais tanto da fauna silvestre quanto doméstica em todo mundo (CHORUS e BARTRAM, 1999; FREEMAN 2000; BRIAND et al. 2002) e também do homem (JOCHIMSEM et al. 1998; CARMICHAEL et al. 2001).

O sucesso da proliferação das cianobactérias é geralmente influenciado por diversos fatores, tais como concentração de fósforo e nitrogênio, razão N:P, luz, temperatura, oxigênio, pH, herbivoria e estabilidade da coluna d'água, podendo estes parâmetros agirem sinergeticamente e antagonicamente (FERNANDES et al. 2009).

Alguns organismos fitoplanctônicos, podem provocar entupimento de filtros com conseqüentes problemas em estação de tratamento. Ou ainda contribuir para acelerar a corrosão do concreto submerso, estrutura de metal, tanto aderidas diretamente nos locais onde cresce, quanto por alterações físicas e/ou químicas da água.

As toxinas sintetizadas pelas cianobactérias constituem um grupo quimicamente heterogêneo com diferentes propriedades toxicológicas. De acordo com sua ação farmacológica, as cianotoxinas podem ser caracterizadas como hepatoxinas, neurotoxinas e dermatoxinas (Brasil, 2003).

As hepatoxinas apresentam uma ação mais lenta, causando o tipo mais comum de intoxicação e provocando hepatoenterites. Alguns gêneros produtores dessas toxinas são *Microcystis*, *Anabaena*, *Planktothrix*, *Oscillatoria*, *Radiocystis* e *Cylindrospermopsis*. Além do efeito agudo essas toxinas podem causar efeitos crônicos como, por exemplo, o desenvolvimento de tumores.

Cada vez é mais freqüente a ocorrência de florações toxinas que representam os grupos comuns de cianotoxinas. Pesquisas têm mostrado que 25% a 70% dos florescimentos de cianobacterias são tóxicas em todo o mundo (CARMICHAEL et al. 1988; SIVONEN 1996; BACKER & HUMPAGE, 1994). Segundo Azevedo (1980) e Costa & Azevedo (1994) aproximadamente 75% das cepas isoladas no Brasil mostram-se tóxicas quando testadas em bioensaios de toxicidade.

### 3. REFERENCIAL METODOLÓGICO

#### Área de estudo

O presente estudo foi realizado nos reservatórios de Cordeiro ( $7^{\circ}47'38.00''$  S  $36^{\circ}40'14.04''$  W), com capacidade de acumulação de  $69.965.945$  m<sup>3</sup>, Camalaú ( $7^{\circ}53'33.94''$  S  $36^{\circ}50'39.16''$  W), com  $46.437.520$  m<sup>3</sup>, e Poções ( $7^{\circ}53'38''$ S e  $37^{\circ}0'30''$ W), com  $29.861.562$  m<sup>3</sup>, todos os três reservatórios localizados na região semi-árida do estado da Paraíba e integram a Bacia do Rio alto Paraíba (área de  $20.071,83$  km<sup>2</sup>). A estação seca da região compreende de 9 a 10 meses e precipitações médias de 400 mm. A temperatura varia de 18 a 22° C, entre os meses de julho a agosto e de 28 a 31° C de novembro a dezembro. A umidade relativa do ar tem uma média de 60 a 75% mensal, com valores máximos durante o mês de junho e mínimos no mês de dezembro. Os reservatórios de Camalaú e Cordeiro são importantes fontes de abastecimento da região além de serem bastante utilizados para o cultivo de peixe, e recreação.

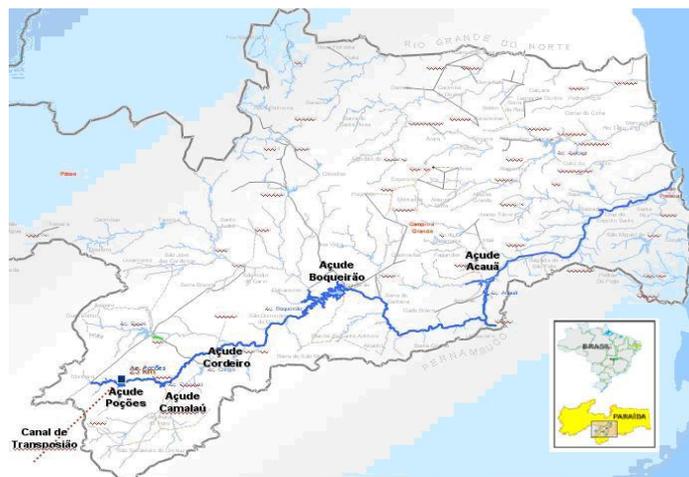


Figura 1: Mapa demonstrativo da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.

#### Amostragem

As amostras foram coletadas bimensalmente de agosto à outubro de 2008 e de janeiro a julho de 2009, e trimensalmente de outubro de 2008 à janeiro de 2009. As amostras foram coletadas em quatro profundidades, de acordo com a porcentagem de penetração de luz, (100%, 50%, 1% e região mais profunda.). As coletas de água foram realizadas com garrafa de Van Dorn. A transparência da água foi medida com o disco de Secchi (ESTEVES, 1998). Ainda em campo verificou-se a temperatura com o Termistor FAC, o pH, com o potenciômetro Hanna. Após a coleta o material foi armazenado em garrafa de polietileno e transportado a laboratório, para realização de análises abióticas e bióticas. Ao chegar do

OLIVEIRA, I. B.; Graduação: Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba; Área de estudo: Ecologia de Ecossistemas Aquáticos Continentais. E-mail: iara\_bio@yahoo.com.br.

campo, as amostras de água foram filtradas em filtros Whatman GF/C para análise de nutrientes dissolvidos (fósforo solúvel reativo – SRP, fósforo total-PT, íon amônio – N-NH<sub>4</sub>, nitrato N-NO<sub>3</sub> e nitrito – N-NO<sub>2</sub>, Nitrogênio total-NT e Sílica Reativa, que foram analisados conforme APHA (1992)). Foi realizado também análise de oxigênio dissolvido, com auxílio do tritométrico, Winkler modificado. Para análise de clorofila as amostras foram filtradas e em filtros de whatman GF/C, extraída em acetona 90% e determinada de acordo com Lorenzen (1967).

#### Estatística

Após realização de uma análise descritiva, as diferenças no padrão de distribuição foram realizadas através de ANOVA (analise of variance) e Tukey HSD, para testar as diferenças significativas dos reservatórios. Os dados foram transformados para logaritmos a fim de obter maior homogeneidade na análise. Foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman.

#### 4. DADOS E ANÁLISE DA PESQUISA

Fatores físicos, químicos e biológicos são amplamente conhecidos como reguladores da comunidade fitoplanctônica em sistemas aquáticos. Entretanto, quando se trata de reservatórios, as atividades relacionadas ao controle e manipulação do sistema e as atividades desenvolvidas em seu entorno, interferem intensamente nos padrões de variabilidade ambiental e, conseqüentemente, na comunidade fitoplactônica. (STRASKRABA,1999).

O conhecimento dos padrões de variação temporal das concentrações ambientais de nutrientes constitui uma ferramenta importante para a compreensão da dinâmica ecológica de um sistema aquático e, mais especificamente, de suas interações bióticas (CALIJURE et al. 1999).

A Temperatura é um fator importante, para o aumento da densidade de fitoplanctônica, uma vez que o aumento da temperatura possibilita uma maior evaporação e como consequência um aumento da concentração de nutrientes, fatores importantes para o desenvolvimento de organismos fitoplanctônicos, especialmente o grupo das cianobactérias. Mas de modo geral, as médias de temperaturas dos reservatórios (Tabela1) em estudo não tiveram grande variação entre eles, visto que, estão localizados na mesma região, e por tal fator, possuem as mesmas características de temperatura, já que são influenciados pelos mesmos fatores climáticos. Elevadas temperaturas foram evidenciadas durante todo o período de estudo nos três reservatórios.

Os valores de Secchi foram relativamente baixos para os três ambientes, demonstrando baixa profundidade de penetração de luz, visto que os reservatórios em estudo possuem consideráveis valores de profundidades. A transparência da água é um fator importante para a determinação da presença das cianobactérias, uma vez que o aumento da turbidez da água impossibilita aos demais grupos fitoplanctônicos à realização de fotossíntese, devido à baixa penetração de luz na coluna de água, e, no entanto, as cianobactérias conseguem sobre sair em ambiente com pouca luz, isso sugere que as cianobactérias têm vantagens competitivas em baixas intensidades luminosas. Além de possuírem capacidade de flutuabilidade na coluna de água, graças à presença dos aerótopos.

Tabela 1: Valores das médias, desvio padrão, mínimas e máximas ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ), das variáveis ambientais dos reservatórios de Cordeiro, Camalaú e Poções.

Variáveis	CORDEIRO	CAMALAÚ	POÇÕES
	Média $\pm$ DP (min – máx.)	Média $\pm$ DP (min – máx.)	Média $\pm$ DP (min – máx.)
Temp	27,1 $\pm$ 0,96 (25,6-28,0)	26,7 $\pm$ 1,6(25,0-29,0)	25,9 $\pm$ 1,0 (25,6-28,0)
Secchi	1,3 $\pm$ 0,3 (1,0-1,8)	1,7 $\pm$ 1,1 (0,7-3,8)	1,3 $\pm$ 0,3(1,0-1,8)
pH	8,0 $\pm$ 0,5 (7,3- 8,6)	7,5 $\pm$ 0,5 (6,4-7,9)	7,9 $\pm$ 0,5 (7,3-8,6)
CE	598,4 $\pm$ 104,2 (421,5-687,2)	386,7 $\pm$ 83,7(261,3-464,2)	526,6 $\pm$ 104,2 (421,5-687,2)
Alc	27,0 $\pm$ 5,8 (20,2-32,7)	28,5 $\pm$ 13,2(19,2-54,0)	32,8 $\pm$ 5,8 (20,2-32,7)
OD	6,2 $\pm$ 1,0 (4,6-7,2)	5,6 $\pm$ 0,8(4,5-6,5)	4,6 $\pm$ 1,0 (4,6-7,2)
N-NO <sub>3</sub>	149,2 $\pm$ 133,1 (20,9-364,4)	189,3 $\pm$ 145,2(71,1-411,6)	138,8 $\pm$ 133,1 (20,9-364,4)
N-NO <sub>2</sub>	9,6 $\pm$ 11,5 (0,6-30,7)	7,4 $\pm$ 8,1(1,6-22,9)	9,1 $\pm$ 11,5 (0,6-30,7)
N-NH <sub>4</sub>	28,8 $\pm$ 14,1 (13,2-46,9)	26,8 $\pm$ 17,9(4,0-54,0)	24,5 $\pm$ 14,1 (13,2- 46,9)
Ndissol	187,6 $\pm$ 133,2 (34,7-398,7)	223,5 $\pm$ 137,4(105,4-444,9)	172,4 $\pm$ 133,2 (34,7-398,7)
Ntotal	3598,3 $\pm$ 2039,7 (183,0-4864,7)	1614,7 $\pm$ 1276,0(118,0-3193,0)	2097,9 $\pm$ 2039,7 (183,0-4864,7)
Sílica	4,4 $\pm$ 3,6 (1,5-10,2)	2,7 $\pm$ 1,9(0,3-6,2)	3,9 $\pm$ 3,6 (1,5-10,2)
PO <sub>4</sub>	35,7 $\pm$ 36,5 (9,7-107,6)	29,1 $\pm$ 17,6(10,4-56,9)	65,9 $\pm$ 36,5 (9,7-107,6)
PT	189,3 $\pm$ 122,4 (93,9-413,4)	125,2 $\pm$ 89,8(49,4-284,9)	224,8 $\pm$ 122,4 (93,9-413,4)
Clor	7,7 $\pm$ 4,5 (2,7-15,8)	2,1 $\pm$ 1,9(0,3-5,6)	1,9 $\pm$ 4,5 (2,7-15,8)
BAC	1525,3 $\pm$ 1779,5(158,1-3858,8)	140,5 $\pm$ 111,4(25,9-329,8)	186,9 $\pm$ 1779,5 (158,1-3858,8)
CHL	741,5 $\pm$ 866,4 (3,2-2301,1)	180,1 $\pm$ 329,4(13,5-848,8)	61,6 $\pm$ 866,4 (3,2-2301,1)
CYA	1488,1 $\pm$ 1107,9(593,5-3635,8)	408,7 $\pm$ 653,4(7,1-1704,9)	95,1 $\pm$ 1107,9 (593,5-3635,8)
OUT	19,4 $\pm$ 12,2(3,2-39,6)	23,5 $\pm$ 28,1(2,1-77,6)	2,6 $\pm$ 12,2 (3,2-39,6)
D total	3774,3 $\pm$ 2315,2(1397,7-769,9)	752,9 $\pm$ 977,8(149,5-2699,6)	346,1 $\pm$ 2315,2 (1397,7-6769,9)

De acordo com os dados de correlação (Tabela 2) é possível observar, que conforme diminui a transparência da água aumenta a densidade total de cianobactérias. Não foram observadas diferenças significativas na disponibilidade de luz entre os reservatórios. Poções e Cordeiro apresentaram as mesmas médias diferindo apenas de Camalaú.

Tabela 2: Coeficientes de Correlação entre as densidades de cianobactérias, a densidade total e as variáveis limnológicas nos reservatórios de Poções, Camalaú e Cordeiro.

	Secchi	pH	CE	OD	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	NT	PO <sub>4</sub>	Clor	D. CYA
CE	-	0,61	-	-	-	-	-	-	-	-
Alc	-	-	0,57	-	-	-	-	-	-	-
OD	-0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ntotal	-0,73	0,78	0,62	-	0,99	-	-	-	-	-
Sílica	-	-	-	-	-	0,51	-0,48	-	-	-
PT	-	0,50	-	-	-	-	0,62	0,53	-	-
D. CYA	-0,82	-	-	0,48	-	-	0,57	-	-	-
D. total	-0,57	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,80
% CYA	-0,64	0,54	-	-	-	-	0,67	-	-	0,70

Valores de Condutividade Elétrica (CE) do açude de Camalaú diferenciaram significativamente dos açudes de Cordeiro e Poções. Os valores de CE foram correlacionados positivamente com os de pH e o nitrogênio total (Ntotal).

Diferenças significativas foram observadas em relação ao pH das águas nos três reservatórios. O reservatório Poções apresentou águas levemente alcalinas, Camalaú ácidas a neutras e Cordeiro alcalinas. Elevados valores de alcalinidade e condutividade elétrica foram registrados nos três reservatórios. Flutuações nos valores dessas variáveis correspondem a mudanças no nível da água dos reservatórios com maiores condutividades e alcalinidade no período de baixas precipitações e menores no período de alta precipitação. Os valores de pH podem ser correlacionados positivamente com os valores de porcentagem de cianobactérias (% CYA). É visto em literatura que, as cianobactérias podem competir com os demais grupos de algas em águas com altos valores de pH, isso pode responder suas altas densidades em reservatórios alcalinos.

As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) do reservatório de Camalaú diferenciaram significativamente em relação a Poções e Cordeiro. Observa-se que os valores de OD correlacionam negativamente com o de Secchi.

As concentrações de clorofila-a associam-se positivamente a porcentagem total de cianobactérias. Fator já evidenciado por autores. O reservatório de Cordeiro diferiu significativamente de Camalaú e Poções nas médias de clorofila-a.

O nitrogênio total (Ntotal) e fósforo total (PT) e porcentagem de cianobactérias podem ser associados positivamente ao aumento de pH. Evidenciando o fato que cianobactérias podem competir com as algas e altos níveis de pH, uma vez que conforme aumenta o nível de pH, aumenta a porcentagem de cianobactérias no ambiente.

As diferenças observadas revelam que as concentrações de nitrogênio total foram semelhantes para os reservatórios de Poções e Camalaú, e diferem do reservatório de Cordeiro. O nitrogênio orgânico em detrimento com o inorgânico correspondeu à principal composição de nitrogênio total nos três reservatórios. O nitrato foi a forma inorgânica predominante. Os reservatórios de Poções e Camalaú apresentaram menores concentrações médias de nitrogênio total, 2.097,0 e 1.614,6  $\mu\text{gL}^{-1}$  respectivamente. As concentrações de amônio, nitrito e nitrato não apresentaram mudanças significativas entre os três reservatórios.

Alguns estudos têm mostrado que, embora o fósforo seja importante para o aumento da biomassa de fitoplâncton num ecossistema aquático, o aumento de nitrogênio parece ter uma forte correlação com o aparecimento de cianobactérias, principalmente espécies potencialmente tóxicas (Lee et al., 2000; Giani et al., 2005; Rolland et al., 2005).

As concentrações de fósforo total foram semelhante entre os reservatórios Poções e Cordeiro, com concentrações médias de 224,7 e 189,3  $\mu\text{gL}^{-1}$  respectivamente. O reservatório de camalaú apresentou as menores concentrações dessa variável, 125,2  $\mu\text{gL}^{-1}$ . As médias de ortofosfato foram semelhantes para os reservatórios de Camalaú e Cordeiro e distintas do reservatório de Poções que apresentou maiores valores dessa variável. Os valores de PT correlaciona positivamente com o pH, o nitrogênio total e o ortofosfato. O reservatório de Poções diferiu significativamente de Cordeiro e Camalaú, no que diz respeito ao  $\text{PO}_4$ .

No que diz respeito às densidades dos grupos das Bacillariophyceae e Cyanophyceae, o reservatório de Cordeiro diferiu significativamente de Camalaú e Poções, e também em relação a densidade total (D. total) do fitoplâncton.

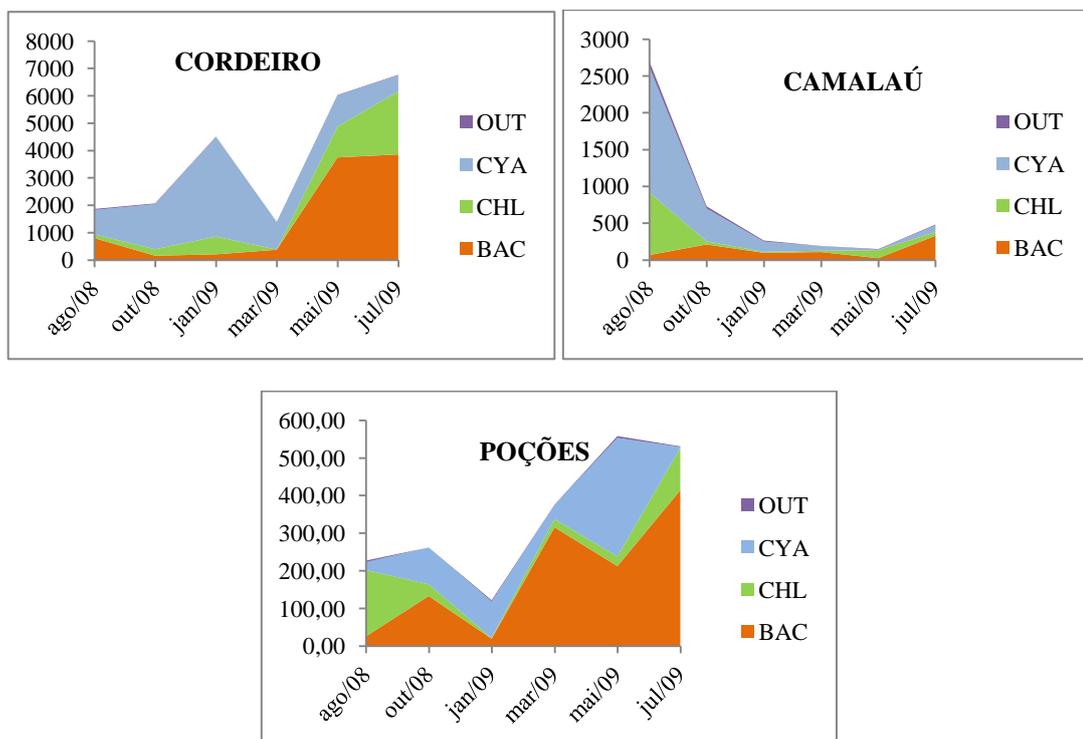


Figura 2: Distribuição da densidade (org./mL) fitoplanctônica nos reservatórios de Cordeiro, Camalaú e Poções, BAC (Bacillariophyceae), CHL (Chlorophyceae), CYA (Cyanophyceae) e OUT (Euglenophyceae, Zygnemaphyceae e Oedogoniaceae).

Para os demais grupos de fitoplâncton (Euglenophyceae, Zygnemaphyceae e Oedogonyacea), representados por OUT, o reservatório de Poções difere significativamente de Camalaú e Cordeiro. Os valores de densidade de cianobactéria (D.cya) correlacionam negativamente com o Secchi e positivamente com o OD e o NT. A porcentagem de

cianobactérias correlaciona negativamente com o Secchi e positivamente com o pH, com o NT e a densidade de cianobactéria.

Durante todo o período de estudo foi observado no reservatório, altos valores de densidade de cianobactérias com valores máximos durante o mês de janeiro de 2009. Dos três reservatórios em estudo o açude de Cordeiro foi o que apresentou maiores densidade de cianobactérias, alcançando valores próximos de 4000 org./mL. A dominância de Cyanophyceae, ocorrida principalmente no mês de janeiro de 2009, foi substituída por outra classe de organismos fitoplactônicos, onde ambas apresentaram-se durante o mês de março de 2009 em baixa densidade e logo em seguida na próxima coleta, durante o mês de julho de 2009, foi visto a substituição de dominância de Cyanophyceae por Bacillariophyceae.

Para o reservatório de Camalaú, observaram-se valores significativos na densidade de cianobactérias apenas durante o mês de agosto de 2008, com valores de aproximadamente 1.800 org./mL. Outra classe que teve valores significativos foram as Chlorophyceae, com cerca de 800 org./mL. No reservatório de Poções os maiores valores de densidade de cianobactérias foram observados durante o mês de maio de 2009, com valores de 300 org./mL, mas no entanto, dentre os grupos encontrados no reservatório de poções, a classe que obteve maior êxito foi a das Bacillariophyceae, observados durante o mês de julho de 2009.

## 5 CONCLUSÃO

Concluiu-se que existem relações entre os fatores abióticos e a dominância de cianobactérias em reservatórios do semi-árido paraibano. Onde se correlacionam positivamente a porcentagem e a densidade de cianobactérias nos ambientes em estudo com o nitrogênio total disponível no corpo aquático. Ou seja, conforme aumenta a quantidade de nitrogênio total disponível aumenta a densidade da classe Cyanophyceae. Sendo, assim, ambientes como Camalaú, Cordeiro e Poços, por possuírem grande quantidade de nitrogênio disponível, graças à ação antrópica, demonstra que florações de cianobactérias são previstas para os reservatórios do semi-árido paraibano. Isso mostra a importância de controle de descargas de nutrientes que se dá através de esgotos domésticos e industriais. A correlação do nitrogênio total com a densidade de cianobactérias e o sucesso da dominância das cianobacterias não responde totalmente, uma vez que não é apenas devido a uma característica, mas sim a vários fatores ambientais em conjunto. Dessa forma, faz necessário realizar mais estudos, tendo em vista a gravidade das cianobactérias à saúde pública.

## ABSTRACT

The principal cause of loss of water quality in northeastern reservoirs is related to eutrophication, the enrichment process of the body of water by nutrients, especially phosphorus and nitrogen, this process can cause large changes in community structure which may favor the boom of cyanobacteria producing potentially toxins, sometimes lethal to biota. Thus the objective of this paper is to explain the relationship of abiotic factors and dominance of cyanobacteria in reservoirs that supply the semi-arid region of Paraíba. This study was conducted in cascade reservoirs in the Upper Paraíba. Were collected bi-monthly (August/08 to July/09) at four depths in the limnetic zone of reservoirs Camalaú, Cordeiro e Poções, variables being analyzed physical, chemical and biological water. The results showed that the total available nitrogen in water bodies positively correlated with the total density of cyanobacteria. This demonstrates that changes in abiotic and therefore changes in water quality, aquatic ecosystems of the tropical semi-arid region of Paraíba has significant effects on the dominance of cyanobacteria in density at high densities that can affect the functioning of their ecosystems.

**KEYWORDS:** Cyanobacteria. Dominance. Abiotic factors.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. F. & CARMOUSE, J. P. 1994. **Une mortalité de poissons dans une lagune tropicale (Brésil) durant une période de dominance de Cyanophyceae.** *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 27: 265-272.
- BOUVY, M.; FALCÃO, D.; MARINHO, M., PAGANO M. & MOURA, A. 2000. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. *Aquatic Microbial Ecology*, 23: 13-27.
- CARMICHAEL, W. W. 1992. Cyanobacteria secreted metabolites – the cyanotoxins. *Journal of Applied Bacter* 72; 445 – 459
- CARMICHAEL, W.W. 2001. Health effects of toxin-producing cyanobacteria: The CyanoHABs. *Human and Ecological Risk Assessment*, 75: 1393 – 1407.
- CHORUS, I. & BARTRAM, J. 1999. **Toxin Cyanobacteria in water: A guide to the Public Health Consequences, Monitoring and Management.** E & FN Spon, London. 416p.
- CHRISTOFFERSEN, K. 1996. **Ecological implications of cyanobacterial toxins in aquatic food webs.** *Phycologia*, 35: 42 – 50.
- COSTA I. A. S.; AZEVEDO, S. M. F. O.; SENNA, P. A. C.; BERNARDO, R. R.; COSTA, S. M. & CHELLAPPA, N. T. 2006. **Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a Brazilian Semi-arid reservoir.** *Brazilian Journal of Biology*, 66 (1b): 29-41.
- ERICKSON et al 1986, ERICKSSON, J.E.; MERILUOTO, J.A. O. & LINDHOLM, T. 1989. **Accumulation of a peptide toxin from the cyanobacterium *Oscillatoria agardhii* in the freshwater mussel *Anadonta cygnea*.** *Hydrobiologia*, 183: 211-216.
- LANDSBERG, J. H. 2002. **Toxins and harmful mechanisms** GUO, L & LI, Z. 2003. **Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China.** *Aquaculture*, 226: 201 – 212.
- LI, L. XIE, P. & CHEN, J. 2005. **Lin vivo studies on toxin accumulation in liver and ultrastructural changes of hepatocytes of the phytoplanktivorous bighead carp i.p. – injected with extracted microcystins.** *Toxincon*, 46: 533 – 545.
- MACEDO, D. R. G. 2009. Detecção e quantificação de microcistina na água e em peixes de reservatórios de abastecimento do estado da Paraíba. 2009. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento em Meio Ambiente) – Universidade Estadual da Paraíba.
- MAGALHÃES, V. F.; SOARES R. M. & AZEVEDO, S. M. F. O. 2001. Mycrocystin contamination in fish from the jacarepaguá (RJ, Brazil): ecological implication and human health risk. *Toxicon*. 39: 1077-1085.
- RODGER, H. D.; TUNBULL, T.; EDDWARDS, C. & CODD, G. 1994, **Cyanobacterial (blue-green algal) bloom associated pathology in brown trout, *Salmo trutta* L.**, Loch Leven, Scotland. *Journal of Fish Diseases*, 17: 177-181.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; AGUJARO, L. F. CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L.R. & SOUZA, R. C. R. 2006. Identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras. Ed. Interciência, Rio de Janeiro. 58p.

SCHINDLER, D.W. (2006) **Recent advances in the understanding and management of eutrophication.** *Limnol. Oceanogr.* 51, 356-363.

STRASKRABA, M. Retention times as a key variable of reservoir limnology. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (Ed.) *Theoretical reservoir ecology and its applications.* São carlos. International Institute of Ecology, Backhuys Publishers e Brazilian Academy of Sciences, 1999, cap. 16 p. 385-409.

TENCALLA, F. G.; DIETRICH, D. & SCHLATTER, C. 1994. **Toxicity of *Mycrocystis aeruginosa* toxin to yearling rainbow trout (*Orcorhyncus myskiss*).** *Aquatic toxicology*, 30: 215-224.

WHITTON, B. A. & POTTS, M. 2000. *The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space.* Dordrecht, Kluqer, 669p.

YUNES, J. S. et al. **Effect of nutrient balance and physical factores on blooms of toxic cyanobacteria in the Patos Lagoon, Southern Brazil.** In: *Verh. International Verein. Limnology*, 26: 1796-1800, 1998.