



EFEITO DA SAZONALIDADE CLIMÁTICA SOBRE CIANOBACTÉRIAS EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO

F. J. de O. Lima¹, L. C. G. Chaves², F. B. Lopes³, E. M. de Andrade⁴, A. C. M. Meireles⁵

RESUMO: A frequente ocorrência de florações de cianobactérias têm se tornado comum nos reservatórios das regiões semiáridas, trazendo riscos a saúde de homens e animais, devido as toxinas produzidas por estes organismos. Dessa forma, objetivou-se avaliar a dinâmica temporal das cianobactérias em um reservatório do semiárido brasileiro. O estudo foi desenvolvido em campanhas sazonais (período chuvoso e seco) de coletas água em sete pontos do reservatório Orós entre 2008 e 2010. Foram analisados os atributos físicos, químicos, e cianobactérias que apresentaram maior densidade absoluta. Foram realizadas análise descritiva e Correlação de Pearson. Observou-se a partir dos resultados que as cianobactérias apresentaram maiores concentrações no período seco com destaque para as espécies *Aphanocapsa spp*, *Cylindrospermopsis sp* e *Geitlerinema sp*, que mostraram uma maior afinidade aos atributos físicos. Desse modo, concluiu-se que a sazonalidade tem forte influência sobre os atributos de qualidade da água, agindo diretamente na concentração de cianobactérias.

PALAVRAS-CHAVE: Fitoplâncton, eutrofização, qualidade de água

EFFECT OF CLIMATIC SEASONALITY ON CYANOBACTERIES IN SEMIARID RESERVOIR

ABSTRACT: The frequent occurrence of cyanobacteria blooms have become common in the reservoirs of semi-arid regions, posing a risk to human and animal health due to the toxins produced by these organisms. Thus, Our objective was to evaluate the time dynamics of cyanobacteria in a Brazilian semi-arid reservoir. The study was developed in seasonal (rainy and dry season) campaigns of water collection at seven points of the Orós reservoir between 2008 and 2010. We analyze physical and chemical attributes, and cyanobacteria that showed higher absolute density. Thei were also performed Descriptive analysis and Pearson's

¹ Mestre, Pesquisador da Funceme, Fortaleza - Ceará. E-mail: josivan.lima1@gmail.com

² Professor da FATENE, Caucaia - Ceará. E-mail: luizcarlosguerreiro@gmail.com

³ Professor do PPGEA/UFC, Fortaleza - Ceará. E-mail: lopesfb.ufc@gmail.com

⁴ Professora do PPGEA/UFC, Fortaleza - Ceará. E-mail: eandrade.ufc@gmail.com

⁵ Professora da UFCA, Juazeiro do Norte - Ceará. E-mail: amireles2003@yahoo.com.br

correlation. We observed from the results that the cyanobacteria presented higher concentrations in the dry period, especially the species *Aphanocapsa* spp, *Cylindrospermopsis* sp and *Geitlerinema* sp, which showed a greater affinity to the physical attributes. Thus, We concluded that seasonality has a strong influence on the attributes of water quality, acting directly on the concentration of cyanobacteria.

KEYWORDS: Phytoplankton, eutrophication, water quality

INTRODUÇÃO

A eutrofização é um processo biológico que consiste no enriquecimento dos corpos d'água por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, e conseqüentemente há o aumento excessivo da produção de biomassa primária (fitoplâncton e plantas aquáticas). Nesse processo o fitoplâncton se destaca por apresentar uma maior sensibilidade às cargas de nutrientes pelo fato de possuírem um ciclo de vida mais curto comparado ao das macrófitas aquáticas e, desse modo, qualquer alteração no ambiente aquático é rapidamente respondido por esses organismos (FERREIRA, 2011).

Dentre os grupos de fitoplânctons estudados, as cianobactérias têm ganhado uma atenção especial em virtude da capacidade de algumas espécies sintetizar toxinas que possuem efeitos negativos sobre a saúde humana e a vida aquática. Alguns fatores têm promovido condições ecológicas determinantes para ocorrência massiva destes organismos, como o aumento da temperatura da superfície das águas, uma coluna de água estável, tempo de residência elevado dos reservatórios, precipitações pluviométricas irregulares e rebaixamento dos reservatórios (MEDEIROS *et al.*, 2015).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica temporal das cianobactérias em um reservatório do semiárido brasileiro em função da sazonalidade climática.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na região semiárida do Brasil, especificamente no reservatório Orós que tem uma capacidade de 1,94 bilhões de metros cúbicos de água, localizado na bacia do Alto Jaguaribe na região Centro-Sul do estado do Ceará, Brasil (Figura 1). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é BSw'h', semiárido quente

com chuvas máximas de outono e temperatura média mensal sempre superior a 18 °C (ROCHA *et al.*, 2016).

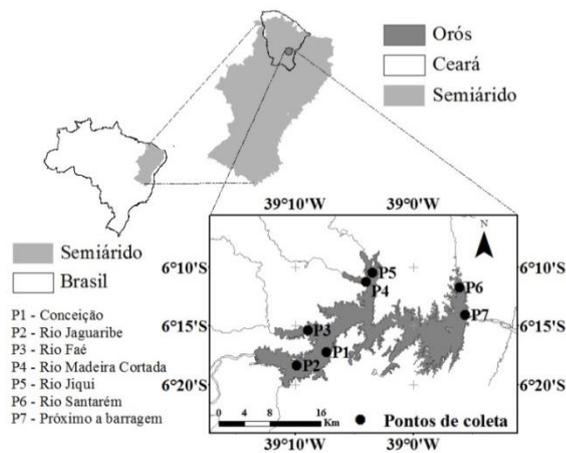


Figura 1. Localização do reservatório Orós e dos pontos de coleta de água

As coletas das amostras de água foram realizadas nas entradas de seis tributários P1 a P6, sendo que o ponto P7 localiza-se próximo à barragem, podendo ser observado na Figura 1. As coletas foram realizadas bimestralmente, de abril de 2008 até fevereiro de 2010, durante dois períodos: estação chuvosa (dezembro a maio) e estação seca (junho a novembro).

Para a análise fitoplanctônica, foram coletados 500 mL de amostras realizadas com o auxílio de uma rede de plâncton com porosidade de 20 µm. As amostras foram armazenadas em frascos contendo 20 mL de formalina tamponada. O equivalente a 500 mL de água foi coletado em cada ponto e colocado em recipientes cor âmbar previamente lavados e descontaminados contendo solução de Lugol acético. O material coletado foi analisado no foi feito a identificação e quantificação do fitoplâncton.

Foram realizadas análises dos atributos Turbidez, Cor aparente, Condutividade Elétrica, Sólidos Totais, Fósforo total, Ortofosfato solúvel, NKT, Amônia e Nitrato (APHA *et al.*, 2005). *In loco* foram determinados os atributos pH e transparência de Secchi. Para os demais atributos foram realizados coletas em garrafas de 1,5 L de capacidade, adequadamente descontaminadas, a 30 cm de profundidade da superfície da água. As amostras foram armazenadas em caixas térmicas e encaminhadas para serem analisadas.

De posse dos dados foi realizada uma análise descritiva dos atributos físicos e químicos. Foi realizada ainda a correlação de Pearson com finalidade de observar a influência dos atributos físicos e químicos sobre cianobactérias com maiores densidades. Para tais aplicações foi utilizado o software SPSS, v.16.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espécies de cianobactérias que apresentaram maior densidade

A partir da Análise de Agrupamento obteve-se a formação de 4 grupos no período chuvoso que consiste nos seguintes agrupamentos, grupo 1 (P2, P3 e P4), grupo 2 (apenas P1), grupo 3 (P6 e P7), e o grupo 4 (apenas P5). Já no período seco foram obtidos 3 grupos, grupo 1 (P1 e P2), grupo 2 (P6 e P7), e o grupo 3 (P3, P4 e P5). As espécies que apresentaram maior densidade foram, *Aphanocapsa* spp, *Cylindrospermopsis* sp e *Geitlerinema* sp no período chuvoso e seco, podendo ser observado nas Figuras 2 (A) e (B), respectivamente.

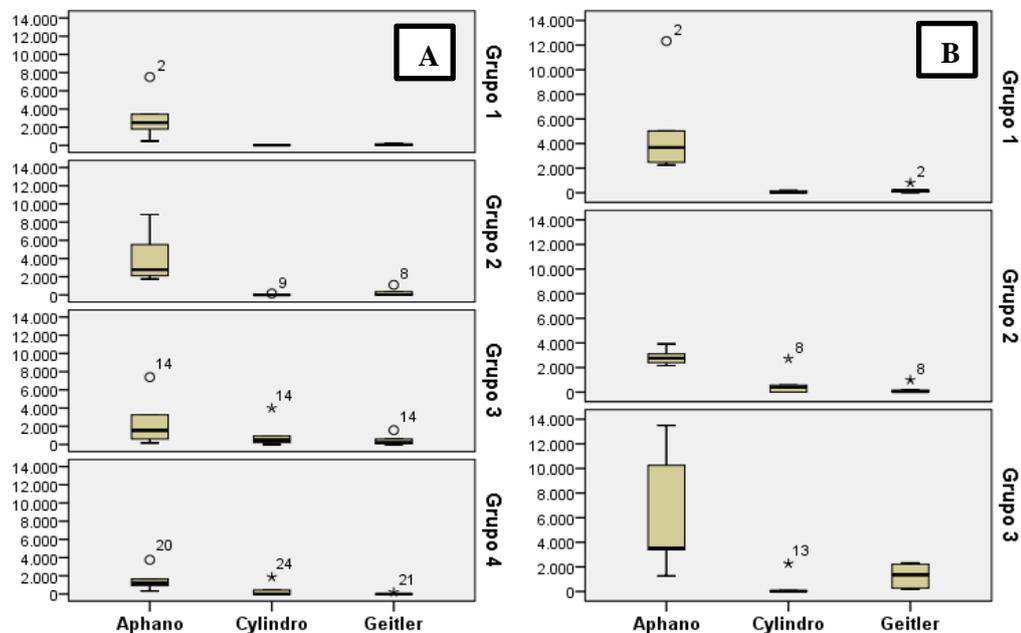


Figura 2. Densidade absoluta das espécies que apresentaram maior concentração no período chuvoso (A) e seco (B) Aphano – *Aphanocapsa* spp, Cylindro – *Cylindrospermopsis* sp, Geitler – *Geitlerinema* sp)

As maiores concentrações de cianobactérias ocorrem no grupo 2 do período chuvoso e no grupo 3 do período seco. As espécies que apresentaram maior abundância são representados por três típicos grupos funcionais K (*Aphanocapsa* spp), S1(*Cylindrospermopsis* sp) e SN (*Geitlerinema* sp) (REYNOLDS *et al.*, 2002).

Análise descritiva dos atributos físicos e químicos

A partir da análise descritiva dos atributos físicos e químicos (Tabelas 1 e 2), pode-se verificar que os valores de pH foram superiores no período chuvoso em relação ao período seco. Tal fato pode estar relacionado à dissolução de carbonatos e bicarbonatos ocorridos por processos de escoamento em solos alcalinos.

A Condutividade Elétrica (CE), também apresentou maiores valores no período chuvoso, sendo os valores extremos registrados nas principais entradas do reservatório Orós. Sendo está uma consequência do aumento das concentrações dos íons de sais oriundos da intemperização de rochas que são acarretados através do escoamento. Quanto aos atributos Turbidez, Cor Aparente e Sólidos Totais os valores sempre se apresentaram superiores no período chuvoso, sendo o oposto observado na transparência, mostrando a influência do escoamento em áreas com grande potencial de erosão e geração de sedimentos.

Em relação às frações nitrogenadas (Tabelas 1 e 2), constatou-se que, com exceção do P2 para o atributo nitrato, os valores médios apresentaram-se superiores no período chuvoso, possivelmente em virtude do maior aporte de nitrogênio oriundo das áreas cultivadas com uso de fertilizantes nitrogenados e áreas de atividades pecuárias. De acordo com Lopes *et al.* (2014) a baixa percentagem (11,22%) de domicílios ligadas ao sistema de esgotamento sanitário na bacia hidrográfica do Orós, contribui para o aporte desse atributo.

Os valores de fósforo total e o ortofosfato solúvel foram superiores no período chuvoso, com exceção do P1 para o fósforo total. Os maiores valores estão relacionados ao aporte de nutrientes através do escoamento superficial. Em um estudo de transporte de nutrientes realizado por Molisani *et al.* (2013) no açude Castanhão, os autores observaram que no período seco o reservatório não apresentou nenhuma entrada de fósforo total à montante, entretanto, no período chuvoso foi identificado um aporte de 189 toneladas de fósforo total.

Correlação de Pearson entre cianobactérias e atributos da água

De acordo com os resultados obtidos a partir da Correlação de Pearson entre os grupos de cianobactérias e os atributos da água para o período chuvoso (Tabela 3), a espécie *Aphanocapsa spp* foi a única que apresentou correlação positiva com pH, CE e correlação negativa com ortofosfato solúvel com significância $p < 0,05$. Estando tal fato relacionado a respostas positivas do fitoplâncton à ambientes de pH elevado.

Quanto à correlação negativa com o Ortofosfato, pode estar relacionado ao aparecimento de outras espécies de fitoplânctons concorrentes ao gênero *Aphanocapsa spp*, limitando assim o seu crescimento. Outro ponto que se pode observar é quanto a correlação positiva ($p < 0,05$) entre as espécies *Geitlerinema sp* e *Cylindrospermopsis sp*. Segundo Reynolds *et al.* (2002), é comum a ocorrência de cianobactérias do grupo funcional S1 (*Cylindrospermopsis sp*) associadas ao grupo funcional Sn (*Geitlerinema sp*).

Avaliando a correlação de Pearson para o grupo 2 do período chuvoso é possível inferir que a espécie *Aphanocapsa spp* respondeu positivamente ($p < 0,01$) ao atributos físicos Cor

aparente estando tal fato relacionado a maior densidade deste organismo nesse grupo, podendo ser observado na Figura 2 (A).

Para o grupo 3 do período chuvoso nota-se que a espécie *Aphanocapsa spp* apresentou correlação positiva com o fósforo total ($p < 0,05$), estando relacionado a característica do grupo funcional K ao qual pertence. Os resultados obtidos para o grupo 4 do período chuvoso mostram que as condições desse grupo são favoráveis ao desenvolvimento mais equilibrado das cianobactérias. As mesmas condições foram encontradas por Maheshwari *et al.* (2015) em um lago da região semiárida da Índia, onde o pico de produtividade de fitoplâncton estava relacionado a tais condições.

A partir das correlações obtida para o grupo 1 do período seco (Tabela 4), é possível observar que a espécie *Aphanocapsa spp* apresentou correlação positiva para pH e Fósforo total ($p < 0,05$). No grupo 2 do período seco a resposta positiva ($p < 0,05$) entre *Cylindrospermopsis sp* e a cor aparente está relacionado a biomassa destes organismos que é responsável por conferir coloração a água. Por fim, o grupo 3 do período seco mostrou que dentre os atributos da qualidade da água avaliados, estes fatores apresentaram fraca influência na proliferação excessiva de cianobactérias nesse grupo, visto pelas baixas correlações.

CONCLUSÕES

O fator sazonalidade teve forte influência sobre os atributos físicos e químicos da água, formando diferentes condições ambientais em um mesmo reservatório, de modo a refletir diretamente na distribuição espacial das cianobactérias, agrupando-as de acordo com suas características similares. Outro ponto a ser destacado é que no período chuvoso influência do aporte de sedimento reflete nos altos valores dos atributos físicos, mostrando ser as características limnológicas essenciais a predominância das espécies de cianobactérias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA - American Public Health Association, AWWA - American Water Works Association and WEF - Water Environment Federation, Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed. Washington: American Public Health Association. 2005. 874p.

FERREIRA, M. S. **Inferência espacial de clorofila a por redes neurais artificiais aplicadas a imagens multiespectrais e medidas tomadas *in situ***. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, 2011. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas).

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES A. C. M.; BECKER, H.; BATISTA, A. A. Assessment of the water quality in a large reservoir in semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.4, p.437–445, 2014.

MAHESHWARI, K.; VASHISTHA, J.; PAULOSE, P. V.; AGARWAL, T. Seasonal changes in phytoplankton community of lake Ramgarh, India. **International Journal of Current Microbiolgy and Applied Sciences**, v.4, n.11, p.318-330, 2015.

MEDEIROS, L. C.; MATTOS, A.; LÜRLING M.; BECKER, V. Is the future blue-green or brown? The effects of extreme events on phytoplankton dynamics in a semi-arid man-made lake. **Aquatic Ecology**, v. 49, p. 293-307, 2015.

MOLISANI, M. M.; BECKER, H. B.; BARROSO, H. S.; HIJO, C. A. G.; MONTE, T. M.; VASCONCELLOS, G. H.; LACERDA, L. D. The influence of castanhão reservoir on nutriente and suspended matter transport during rainy season in the ephemeral jaguaribe river (CE, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v.73, n.1, p.115-123, 2013.

REYNOLDS, C. S.; HUSZAR, V.; KURK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**. v. 24, n. 5, p. 417-428, 2002.

ROCHA, F. C.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B.; PAULA FILHO, F. J.; COSTA FILHO, J. H.; SILVA, M. D. Physical-chemical determinant properties of biological communities in continental semi-arid waters. **Environmental monitoring and assessment**, v. 188, n. 8, p. 489, 2016.

Tabela 1. Análise descritiva dos atributos físicos e químicos do período chuvoso por pontos de coleta

Atributos	Estatística	Pontos de Coleta						
		1	2	3	4	5	6	7
pH	Média	8,20 ± 0,30	8,16 ± 0,32	8,20 ± 0,40	8,44 ± 0,60	8,40 ± 0,42	8,50 ± 0,37	8,67 ± 0,20
	Amplitude	7,70 - 8,47	7,70 - 8,60	7,50 - 8,50	7,90 - 9,40	7,70 - 8,80	8,20 - 9,10	8,45 - 9,00
	C.V (%)	3,66	3,92	4,88	7,11	5,00	4,35	2,31
CE (dS m ⁻¹)	Média	0,32 ± 0,09	0,30 ± 0,06	0,28 ± 0,06	0,28 ± 0,03	0,29 ± 0,03	0,28 ± 0,04	0,27 ± 0,04
	Amplitude	0,19 - 0,43	0,21 - 0,35	0,19 - 0,33	0,26 - 0,32	0,26 - 0,33	0,23 - 0,34	0,23 - 0,33
	C.V (%)	27,78	19,87	21,66	10,56	10,49	14,18	14,65
Turbidez (uT)	Média	11,66 ± 2,54	26,40 ± 8,96	12,34 ± 2,16	6,92 ± 2,70	6,32 ± 1,76	5,76 ± 1,57	6,96 ± 2,44
	Amplitude	8,00 - 14,20	17,00 - 36,00	10,00 - 15,00	3,00 - 9,30	4,70 - 9,00	4,00 - 7,80	4,00 - 9,60
	C.V (%)	21,78	32,92	17,50	39,02	27,85	27,26	35,06
Cor Aparente (uH)	Média	62,60 ± 22,26	114,40 ± 15,06	65,80 ± 17,12	34,60 ± 14,15	33,40 ± 10,36	28,60 ± 12,72	40,60 ± 10,50
	Amplitude	39,00 - 95,00	94,00 - 136,00	46,00 - 92,00	19,00 - 56,00	17,00 - 45,00	12,00 - 40,00	33,00 - 59,00
	C.V (%)	35,56	13,16	26,02	40,90	31,02	44,48	25,86
Sólidos T. (mg L ⁻¹)	Média	203,40 ± 56,42	211,60 ± 20,70	193,40 ± 34,46	177,40 ± 25,40	182,0 ± 14,88	185,60 ± 50,19	183,80 ± 19,21
	Amplitude	155,00 - 298,00	180,00 - 228,00	138,00 - 223,00	133,00 - 195,00	159,00 - 199,00	151,00 - 274,00	164,00 - 210,00
	C.V (%)	27,74	9,78	17,82	14,32	8,18	27,04	10,45
Transparência (m)	Média	0,79 ± 0,16	0,42 ± 0,17	0,72 ± 0,11	1,30 ± 0,53	1,11 ± 0,51	1,22 ± 0,61	1,40 ± 0,60
	Amplitude	0,68 - 1,08	0,18 - 0,60	0,60 - 0,85	0,88 - 2,20	0,67 - 2,00	0,67 - 2,20	0,85 - 2,30
	C.V (%)	20,25	40,48	15,28	40,77	45,95	50,00	42,86
NKT (mg L ⁻¹)	Média	0,78 ± 0,18	0,75 ± 0,24	0,87 ± 0,21	0,95 ± 0,27	0,96 ± 0,20	0,87 ± 0,23	0,83 ± 0,23
	Amplitude	0,61 - 1,06	0,49 - 1,10	0,62 - 1,19	0,66 - 1,26	0,69 - 1,21	0,50 - 1,10	0,53 - 1,16
	C.V (%)	23,08	32,00	24,14	28,42	20,83	26,43	27,71
Amônia Total (mg L ⁻¹)	Média	0,11 ± 0,05	0,09 ± 0,06	0,14 ± 0,09	0,17 ± 0,08	0,19 ± 0,12	0,15 ± 0,09	0,17 ± 0,10
	Amplitude	0,05 - 0,17	0,03 - 0,18	0,07 - 0,24	0,08 - 0,29	0,06 - 0,35	0,05 - 0,23	0,07 - 0,28
	C.V (%)	45,45	66,67	64,29	47,06	63,16	60,00	58,82
Nitrato (mg L ⁻¹)	Média	0,08 ± 0,05	0,11 ± 0,08	0,07 ± 0,03	0,12 ± 0,07	0,12 ± 0,13	0,10 ± 0,06	0,09 ± 0,10
	Amplitude	0,02 - 0,13	0,01 - 0,19	0,05 - 0,11	0,08 - 0,22	0,03 - 0,3	0,04 - 0,15	0,01 - 0,24
	C.V (%)	62,50	72,73	42,86	58,33	108,33	60,00	111,11
Fósforo T. (mg L ⁻¹)	Média	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,05	0,22 ± 0,27	0,08 ± 0,12	0,11 ± 0,14	0,16 ± 0,18	0,09 ± 0,06
	Amplitude	0,06 - 0,11	0,03 - 0,15	0,05 - 0,70	0,01 - 0,29	0,03 - 0,35	0,03 - 0,45	0,02 - 0,16
	C.V (%)	25,00	55,56	122,73	150,00	127,27	112,50	66,67
Ortofosfato S. (mg L ⁻¹)	Média	0,05 ± 0,05	0,07 ± 0,05	0,06 ± 0,06	0,06 ± 0,08	0,04 ± 0,05	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,01
	Amplitude	0,01 - 0,13	0,04 - 0,15	0,01 - 0,17	0,01 - 0,15	0,01 - 0,12	0,00 - 0,05	0,01 - 0,04
	C.V (%)	100,00	71,43	100,00	133,33	125,00	100,00	33,33

Tabela 2. Análise descritiva dos atributos físicos e químicos do período seco por pontos de coleta

Atributos	Estatística	Pontos de Coleta						
		1	2	3	4	5	6	7
pH	Média	8,09 ± 0,36	8,11 ± 0,42	8,22 ± 0,52	8,39 ± 0,46	8,44 ± 0,46	7,88 ± 0,31	7,95 ± 0,09
	Amplitude	7,58 - 8,44	7,44 - 8,57	7,37 - 8,76	7,70 - 8,92	7,76 - 9,01	8,40 - 8,15	7,81 - 8,03
	C.V (%)	4,45	5,18	6,33	5,48	5,45	3,93	1,13
CE (dS m ⁻¹)	Média	0,28 ± 0,14	0,30 ± 0,08	0,22 ± 0,02	0,25 ± 0,05	0,32 ± 0,17	0,35 ± 0,19	0,25 ± 0,06
	Amplitude	0,20 - 0,53	0,25 - 0,43	0,20 - 0,26	0,19 - 0,30	0,19 - 0,62	0,19 - 0,69	0,18 - 0,29
	C.V (%)	49,30	27,02	9,05	19,84	53,97	54,76	24,39
Turbidez (uT)	Média	11,72 ± 8,59	21,88 ± 13,05	13,62 ± 10,37	5,16 ± 1,20	5,60 ± 1,98	3,10 ± 0,38	2,28 ± 0,79
	Amplitude	6,00 - 26,70	7,50 - 37,30	6,50 - 31,70	3,30 - 6,40	3,20 - 7,90	2,70 - 3,50	1,10 - 3,20
	C.V (%)	73,29	59,64	76,13	23,26	35,36	12,26	34,65
Cor Aparente (uH)	Média	58,20 ± 28,71	67,50 ± 26,39	59,60 ± 28,41	35,10 ± 8,40	33,90 ± 5,46	25,70 ± 9,08	17,80 ± 5,69
	Amplitude	34,50 - 107,00	45,50 - 106,00	40,00 - 109,00	27,50 - 48,00	26,00 - 39,00	14,50 - 38,00	11,00 - 26,00
	C.V (%)	49,33	39,10	47,67	23,93	16,11	35,33	31,97
Sólidos T. (mg L ⁻¹)	Média	171,60 ± 17,26	190,20 ± 38,02	176,00 ± 26,02	161,60 ± 12,74	158,40 ± 26,88	182,20 ± 38,94	154,80 ± 13,50
	Amplitude	149,00 - 194,00	145,00 - 240,00	135,00 - 203,00	147,00 - 176,00	132,00 - 189,00	151,00 - 249,00	133,00 - 167,00
	C.V (%)	10,06	19,99	14,78	7,88	16,97	21,37	8,72
Transparência (m)	Média	0,70 ± 0,18	0,49 ± 0,14	0,57 ± 0,20	0,82 ± 0,30	0,86 ± 0,26	1,82 ± 0,68	1,88 ± 0,38
	Amplitude	0,50 - 1,00	0,35 - 0,70	0,39 - 0,90	0,49 - 1,30	0,5 - 1,19	0,84 - 2,47	1,32 - 2,25
	C.V (%)	25,71	28,57	35,09	36,59	30,23	37,36	20,21
NKT (mg L ⁻¹)	Média	0,49 ± 0,14	0,51 ± 0,19	0,60 ± 0,23	0,68 ± 0,11	0,65 ± 0,26	0,51 ± 0,16	0,48 ± 0,14
	Amplitude	0,31 - 0,70	0,31 - 0,76	0,31 - 0,95	0,57 - 0,82	0,23 - 0,93	0,26 - 0,70	0,31 - 0,61
	C.V (%)	28,57	37,25	38,33	16,18	40,00	31,37	29,17
Amônia Total (mg L ⁻¹)	Média	0,08 ± 0,05	0,07 ± 0,04	0,07 ± 0,07	0,12 ± 0,10	0,05 ± 0,03	0,06 ± 0,04	0,07 ± 0,04
	Amplitude	0,01 - 0,15	0,02 - 0,12	0,01 - 0,17	0,01 - 0,29	0,01 - 0,08	0,02 - 0,10	0,01 - 0,12
	C.V (%)	62,50	57,14	100,00	83,33	60,00	66,67	57,14
Nitrato (mg L ⁻¹)	Média	0,19 ± 0,11	0,08 ± 0,04	0,27 ± 0,46	0,20 ± 0,16	0,13 ± 0,09	0,17 ± 0,10	0,12 ± 0,06
	Amplitude	0,08 - 0,35	0,03 - 0,11	0,01 - 1,06	0,05 - 0,45	0,03 - 0,24	0,08 - 0,32	0,08 - 0,22
	C.V (%)	57,89	50,00	170,37	80,00	69,23	58,82	50,00
Fósforo T. (mg L ⁻¹)	Média	0,10 ± 0,05	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,06	0,07 ± 0,03	0,07 ± 0,05	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,03
	Amplitude	0,06 - 0,16	0,06 - 0,09	0,02 - 0,17	0,04 - 0,10	0,01 - 0,15	0,04 - 0,08	0,04 - 0,09
	C.V (%)	50,00	12,50	66,67	42,86	71,43	33,33	50,00
Ortofosfato S. (mg L ⁻¹)	Média	0,05 ± 0,05	0,04 ± 0,04	0,05 ± 0,04	0,02 ± 0,009	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,03
	Amplitude	0,01 - 0,13	0,01 - 0,10	0,01 - 0,10	0,01 - 0,03	0,01 - 0,05	0,01 - 0,04	0,01 - 0,07
	C.V (%)	100,00	100,00	80,00	45,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 3. Análise da correlação de Pearson para o período chuvoso (Aphano – *Aphanocapsasp*, Cyindro – *Cylindrospermopsis*, Geitler – *Geitlerinemasp*)

	Espécies	pH	CE	Turbidez	Cor Aparente	ST	Trasp.	NKT	Amônia Total	Nitrato	PT	Orto S.	Aphano	Cyindro	Geitler
Grupo 1	Aphano	0,502	0,569*	-0,035	0,256	0,318	-0,007	0,401	0,104	0,014	-0,224	-0,606*	1	-0,174	-0,208
	Cyindro	0,191	0,072	-0,255	-0,282	-0,092	-0,040	0,151	-0,287	0,142	-0,056	-0,216	-0,174	1	0,548*
	Geitler	0,052	0,043	-0,251	-0,208	-0,023	-0,045	-0,030	-0,189	0,460	0,029	-0,032	-0,208	0,548*	1
Grupo 2	Aphano	-0,324	0,305	0,525	0,966**	0,713	-0,523	-0,352	0,077	0,150	0,500	-0,066	1	-0,364	0,779
	Cyindro	0,492	-0,256	-0,804	-0,593	-0,351	-0,143	0,901*	-0,695	-0,511	0,172	-0,298	-0,364	1	0,063
	Geitler	0,241	0,604	0,039	0,648	0,852	-0,359	-0,086	-0,035	-0,108	0,237	-0,568	0,779	0,063	1
Grupo 3	Aphano	-0,140	0,147	-0,486	-0,184	-0,168	-0,039	0,038	0,271	-0,427	0,680*	0,464	1	-0,647*	-0,196
	Cyindro	0,119	-0,100	0,272	0,170	-0,172	-0,442	0,161	-0,459	0,076	-0,474	^c	-0,647*	1	0,031
	Geitler	0,280	-0,609	0,540	0,177	-0,237	-0,063	0,161	-0,113	-0,278	-0,332	0,017	-0,196	0,031	1
Grupo 4	Aphano	0,629	0,538	0,100	0,277	-0,624	-0,134	0,421	-0,038	-0,532	-0,208	-0,225	1	0,937*	0,923*
	Cyindro	0,537	0,461	0,213	0,581	-0,837	-0,427	0,296	0,260	-0,466	-0,034	-0,030	0,937*	1	0,931*
	Geitler	0,698	0,751	0,003	0,509	-0,762	-0,446	0,051	0,004	-0,518	-0,214	-0,236	0,923*	0,931*	1

* Correlação é significativa ao nível de 0,05. ** Correlação é significativa ao nível de 0,01. ^c Não pode ser calculado porque pelo menos uma das variáveis é constante.

Tabela 4. Análise da correlação de Pearson para o período seco (Aphano – *Aphanocapsasp*, Cyindro – *Cylindrospermopsis*, Geitler – *Geitlerinemasp*)

	Espécies	pH	CE	Turbidez	Cor Aparente	ST	Transp.	NKT	Amônia Total	Nitrato	PT	Orto S.	Aphano	Cyindro	Geitler
Grupo 1	Aphano	0,516*	0,038	-0,231	-0,132	-0,129	-0,035	0,328	-0,051	0,437	0,589*	-0,156	1	-0,198	0,252
	Cyindro	-0,358	-0,088	-0,170	-0,150	-0,451	0,392	-0,495	-0,215	0,353	0,034	0,121	-0,198	1	0,623*
	Geitler	0,015	0,262	-0,383	-0,335	-0,211	0,399	-0,109	-0,010	0,623*	0,144	-0,005	0,252	0,623*	1
Grupo 2	Aphano	-0,083	0,392	-0,249	-0,184	0,038	0,479	-0,116	-0,462	-0,231	-0,482	0,080	1	-0,264	-0,074
	Cyindro	0,020	0,071	0,514	0,712*	0,024	-0,437	-0,621	-0,113	-0,081	0,436	-0,249	-0,264	1	0,895**
	Geitler	-0,325	-0,014	0,520	0,592	-0,129	-0,142	-0,748*	-0,334	-0,293	0,468	-0,335	-0,074	0,895**	1
Grupo 3	Aphano	0,474	0,178	0,020	0,011	0,302	-0,259	0,237	0,430	-0,133	0,194	0,197	1	-0,243	0,226
	Cyindro	-0,555*	0,021	-0,125	0,063	-0,403	-0,113	-0,325	-0,354	0,015	0,208	0,110	-0,243	1	0,559*
	Geitler	-0,098	0,205	-0,034	0,054	0,042	-0,270	-0,311	-0,053	0,078	0,189	0,119	0,226	0,559*	1

* Correlação é significativa ao nível de 0,05. ** Correlação é significativa ao nível de 0,01.