



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS V - ALCIDES CARNEIRO, JOÃO PESSOA  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**IRMA CARVALHO E SILVA**

**REESTRUTURAÇÃO DO FICOPERIFÍTON EM UM  
RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO**

**JOÃO PESSOA  
2016**

**IRMA CARVALHO E SILVA**

**RESTRUTURAÇÃO DO FICOPERÍFITON EM UM  
RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada a  
Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Ciências biológicas.  
Área de concentração: Botânica

Orientador: Prof. Dr. Ênio Wocylí Dantas.  
Co-orientadora: Thainá Alves Lycarião.

**JOÃO PESSOA  
2016**

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

S586r Silva, Irma Carvalho e  
Reestruturação do Ficoperifiton em um reservatório do  
semiárido [manuscrito] / Irma Carvalho e Silva. - 2016.  
24 p. : il. color.

Digitado.

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

"Orientação: Prof. Dr. Ênio Wocylly Dantas, Departamento de  
Ciências Biológicas".

"Co-Orientação: Profa. Dra. Thainá Alves Lycarião,  
Departamento de Biologia".

1. Algas perifíticas. 2. Substrato natural. 3. Variação  
temporal I. Título.

21. ed. CDD 579.8

IRMA CARVALHO E SILVA

**REESTRUTURAÇÃO DO FICOPERIFÍTON EM UM  
RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO**

Artigo apresentado a Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do  
título de bacharel em ciências Biológicas.

Área de concentração: Botânica

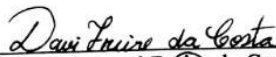
BANCA EXAMINADORA

Aprovada em: 15/12/2016.

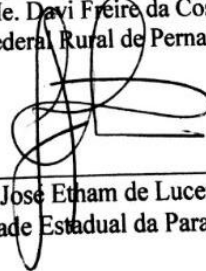
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ênio Weyll Dantas (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Me. Davi Freire da Costa  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)



Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ao meu grande pai, Montanha de rosas, que agora me  
acompanha em outro plano e vive dentro do meu  
coração e minhas memórias... Pelo amor, apoio,  
confiança e eterno companheirismo, DEDICO.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos que ele me proporcionou ao longo desses quatro anos. E pela presença, conforto e amparo para superar todos os obstáculos, iluminando sempre meu caminho.

Agradeço a minha doce e amada avó Miriam Araújo, pelas orações diárias pedindo continuamente minha proteção a Deus, e por todo amor e dedicação nestes 21 anos. A meu pai Rosemberg Silva (*in memoriam*), que sempre me inspirou a trilhar um caminho de verdade e justiça, me ajudando com conselhos, abraços e palavras carinhosas. Aos meus Tios, Ricardo Araújo e Giselda Franco, por sempre acreditarem e incentivarem os meus sonhos, dando suporte para que eu continuasse seguindo na biologia. E por todo amor e carinho que recebi de vocês, mesmo quando estive ausente. E aos demais familiares que de alguma forma contribuíram com meu crescimento pessoal e acadêmico. Agradeço também ao meu namorado Rafael Alexandre e a sua mãe Arlene Santiago, pelos momentos de descontração, pela paciência e compreensão. E por sempre estarem ao meu lado me entusiasmando e vibrando com cada etapa vencida.

Agradeço ao meu professor e orientador Ênio Wocylí Dantas, primeiramente por acreditar em mim, me dando a oportunidade de fazer parte do seu laboratório, desenvolvendo pesquisas que me renderam muitas emoções e aventuras das quais nunca imaginei viver. Por despertar em mim a vontade de ser pesquisadora, compartilhando ensinamentos que permitem que eu seja uma boa profissional e por todos os puxões de orelha e palavras de sabedoria e conforto nos momentos bons e difíceis.

Agradeço aos meus melhores amigos, Thainá Lycarião, minha co-orientadora, confidente e irmã, que sempre me ajudou e me incentivou a lutar pelos meus objetivos. Nunca duvidando da minha capacidade. Assim como, Davi Freire, que também foi um presente que a Botânica me deu. Nunca me deixando na mão, você sempre me auxiliou mesmo quando não podia e me alegrou mesmo quando não está bem. Vocês me inspiram a ser uma bióloga ética e que se importa com o meio ambiente. A Natália Carvalho, pelos estresses e comemorações vividas na sala de aula e nos bastidores de trabalhos acadêmicos e TCC. A Juliane Albuquerque, Milena Goetz e Scarlet Ferreira, por toda serenidade que vocês me passam, por serem boas ouvintes de minhas lamurias e por todos os bons momentos que vivemos no LABOT e nas coletas. Sou grata a toda minha família botânica por tudo que compartilhamos.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade, principalmente a Layanne Andrade e Kimberly Palmeira. E aos amigos que a biologia me deu, em especial Jôingrid Silva, Jessika Viana e Allisson Silva. Por fim, agradeço a todos os meus professores de Biologia do Campus –V, que me mostraram como é gratificante estudar vida e fazer o que gosta.



“Todos, menos os trabalhadores mais perseverantes, comumente recuam para a mais confortável e homogênea zona pelágica”  
Wetzel (1983).

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
	<b>2.1</b> <i>Área de estudo.....</i>	9
	<b>2.2</b> <i>Delineamento amostral.....</i>	9
	<b>2.3</b> <i>Variáveis ambientais .....</i>	10
	<b>2.4</b> <i>Ficoperifíton.....</i>	10
	<b>2.5</b> <i>Tratamento de dados.....</i>	11
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
	<b>3.1</b> <i>Variáveis físicas, químicas e climatológicas.....</i>	11
	<b>3.2</b> <i>Ficoperifíton.....</i>	12
	<b>3.3</b> <i>Turnover.....</i>	14
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

## REESTRUTURAÇÃO DO FICOPERÍFITON EM UM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO

Irma C. e Silva<sup>1</sup>, Thainá A. Lycarião<sup>2</sup>, Ênio W. Dantas<sup>3</sup>

### RESUMO

O trabalho objetivou analisar a variabilidade temporal do ficoperifiton através do turnover e fatores abióticos. Este foi realizado em um reservatório no semiárido através de amostragens bimensais, ao longo de um ano (agosto/2013 a Agosto/2014). Foram selecionados seis bancos de macrófitas aquáticas, onde o perifiton foi obtido da parte intermediária da *Egeria densa*. Também foram mensurados dados abióticos e coletada amostras de água para análise de nutrientes. No laboratório foi realizada a retirada do perifiton com pincel e jatos de água destilada, e a planta foi seca em estufa, onde o peso seco foi utilizado juntamente com a contagem dos indivíduos em microscópio óptico, para determinar a densidade absoluta (ind.gPS-1). Foi realizada uma regressão linear entre a distância euclidiana das espécies que ocorreram em cada banco em função do tempo para verificar o turnover e uma CCA para analisar quais variáveis abióticas podem ter provocado alteração na estrutura da comunidade. Desta forma, para o turnover, observou-se que em cinco estandes a regressão linear foi positiva e significativa ( $p < 0.05$ ), indicando que o ficoperifiton está passando por uma mudança direcional, enquanto em um ponto a comunidade se mostrou estável ( $p > 0.05$ ). Já na CCA, os dois eixos foram significativos, de modo que as variáveis: pH, temperatura, precipitação, vento, radiação, ortofosfato, foram selecionadas e significativas ( $p < 0.05$ ), explicando 32,7% da distribuição das centroides temporais. Portanto, as variáveis climatológicas selecionadas pela análise foram determinantes para explicar a modificação estrutural do ficoperifiton evidenciada pelo turnover ao longo de um período anual.

**Palavras-Chave:** algas perifíticas, substrato natural, variação temporal.

### 1 INTRODUÇÃO

A maior parte da região semiárida no Brasil está localizada no Nordeste, que é caracterizada por apresentar um clima do tipo Bsh sendo, a maior parte do ano seco com altas taxas de temperatura e evaporação, seguida por baixos índices pluviométricos que podem variar entre 400-800 mm anualmente (BARBOSA *et al.*, 2012). Segundo Cirilo *et al.* (2010), a precipitação é bastante variável e se concentra no período de fevereiro a maio. Dessa forma, as irregularidades na distribuição espacial e temporal das chuvas nesta região afetam diretamente o volume dos ecossistemas aquáticos, tornando-os intermitentes (BARBOSA *et al.*, 2006; MALTCHIK & FLORÍN, 2002). Em virtude dessa situação local, aumenta-se a necessidade da construção de sistemas artificiais que servirão como um suporte hídrico durante os períodos de seca, bem como garantir o desenvolvimento regional. (ARAUJO, 2003; TUNDISI, 2008; MACEDO, 2009;).

Os reservatórios são sistemas complexos criados pelo homem, os quais se comportam como intermediários entre rios e lagos, permitindo a existência de gradientes verticais e horizontais (CETTO *et al.*, 2004; TUNDISI, 2008). Estes constituem uma rede interativa, uma vez que são submetidos a influências naturais (hidrologia, clima, entorno da bacia hidrográfica) e artificiais (ações antrópicas) (TUNDISI, 2006). Suas características interespecíficas como vazão, morfometria, profundidade, área e padrão de circulação são influenciados principalmente pelo clima, de modo que acaba sendo algo determinante para a presença de inúmeras comunidades biológicas (ALBUQUERQUE, 2006; CAVATI, 2008).

Muitas alterações são causadas nos ecossistemas lóticos devido a construção desses barramentos, de modo que a redução no fluxo da água, o desenvolvimento de margem e o grau de declividade do sedimento criam uma heterogeneidade espacial, o qual permite o crescimento e estabelecimento de bancos de macrófitas (BINI *et al.*, 2005; THOMAZ & BINI, 1998). Tais bancos fornecem microhabitats adequados para o crescimento e desenvolvimento do epifiton, de modo que esta relação garante benefícios para a comunidade algal aderida, como elevação na coluna de água, disponibilidade de área para colonização e de nutrientes orgânicos e inorgânicos de rápida assimilação (BRONMARK & VERMAAT, 1998).

Por ser uma comunidade sésil, o ficoperifiton responde pontualmente às flutuações que ocorrem nos fatores abióticos (FELISBERTO & RODRIGUES, 2010), de modo que ao longo do tempo, essas oscilações tem potencial de atuar como fontes de perturbação sobre a comunidade, promovendo alterações em toda sua estrutura e dinâmica. Estudos relacionados a variação temporal (*e.g.* CAVATI & FERNANDES 2008; FRANÇA *et al.*, 2009 e LEANDRINI *et al.*, 2008) demonstram que a sazonalidade provoca modificações nas condições hidrológicas, afetando a densidade, abundância, riqueza e oscilações na biomassa perifítica.

Esses processos ambientais que moldam o perifiton ao longo de uma escala temporal podem ser entendidos através do *turnover*, uma vez que este demonstra como as espécies se reorganizam no espaço-tempo após pressões ecológicas impostas pelo ecossistema (ADLER & LAUENROTH, 2003). Essas variações na composição podem ocorrer de três maneiras diferentes: 1) de forma cíclica, quando após o distúrbio as espécies mudam, no entanto, tendem a retornar ao estágio inicial não perturbado ao longo do tempo; 2) De forma direcional, onde a perturbação promove uma reorganização composicional drástica na comunidade, tornando-a muito distinta em relação ao período inicial, sendo uma tendência

linear clara; 3) E através de padrões estocásticos, definido pela baixa taxa de variação temporal, considerando as comunidades estáveis. (COLLINS *et al.* 2000).

A maioria dos estudos que utilizam o *turnover* para entender a variabilidade temporal das espécies são frequentemente propostas para ecossistemas terrestres. Em ambientes aquáticos, foi verificado que a maioria dos trabalhos aplicou esta análise para entender a rotatividade de espécies pertencentes a comunidades de zooplâncton, fitoplâncton e macrófitas ao longo do tempo. (e.g. COLLINS *et al.*, 2000; SHURIN *et al.*, 2007; KORHONEN *et al.*, 2010 e VIANA *et al.*, 2015). No entanto, todos estes estudos foram feitos em regiões temperadas, cujo clima determina estações do ano bem definidas com ciclos sazonais marcantes, podendo levar a uma rotação temporal mais rápida em direção aos pólos.

Tendo em vista que o *turnover* tende a ocorrer de forma mais rápida nos trópicos e os reservatórios da região semiárida sofrem com longos períodos de seca e irregularidade nos padrões de distribuição de chuvas, essa dinâmica climática pode tornar estas variações mais intensas ao longo do tempo. Estudos com perifiton no semiárido apontam uma marcada variação temporal (DANTAS & BARBOSA, 2005 e MALTCHIK *et. al* 1999), o que sugere a hipótese da existência de uma tendência direcional do *turnover* da comunidade. Portanto, o trabalho objetivou analisar a variabilidade temporal do ficoperifiton através do *turnover* e dos fatores abióticos em um reservatório do semiárido.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

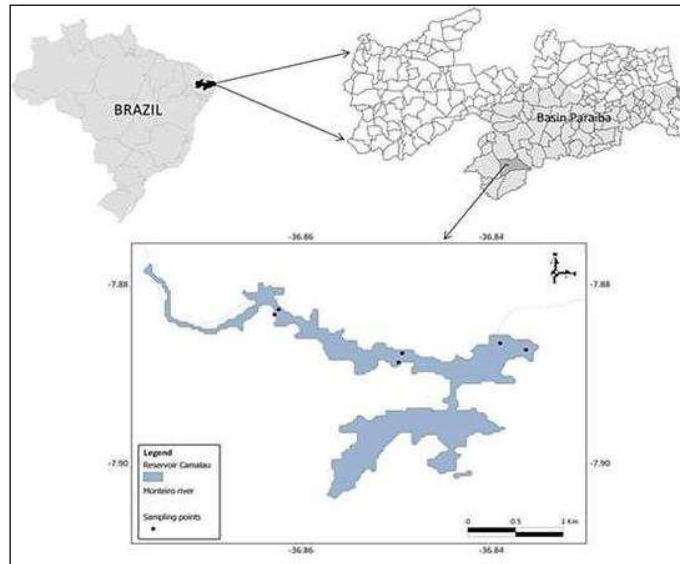
### 2.1. Área de estudo

O reservatório de Camalaú (7°53'33.94"S – 36°50'39.16"W) localiza-se no município de mesmo nome sendo parte da sub-bacia hidrográfica do Alto Paraíba inserida na região semiárida (clima Bsh), caracterizado por apresentar altas temperaturas e baixos índices de precipitação e umidade, além de grande irregularidade na distribuição das chuvas, concentrada em curtos períodos de tempo ao longo do ano. O reservatório possui capacidade máxima 48.107.240 m<sup>3</sup>, com 3 a 5 anos de retenção da água e 19.477.18 m<sup>2</sup> de superfície, o mesmo é utilizado para abastecimento local, pesca e piscicultura e se encontra infestado pela macrófita submersa *Egeria densa* (Planch.).

### 2.2. Delineamento amostral

Foram realizadas amostragens bimensais durante um ano (agosto de 2013 a agosto de 2014), na região litorânea em seis estandes homogêneos de *E. densa* distribuídos ao longo do

reservatório (Figura1). Em cada banco foi coletado uma amostra do substrato na profundidade de um metro, do qual o biofilme foi obtido da haste intermediária (20 cm), com o intuito de evitar uma colonização inicial ou tardia (ápice ou base do caule). As amostras foram acondicionadas em potes de plástico e fixadas em campo com FAA e água destilada.



**Figura 1:** localização das seis unidades amostrais ao longo do reservatório Camalaú

### 2.3. Variáveis ambientais

Em cada unidade amostral foi mensurado as variáveis temperatura da água (°C), condutividade elétrica (ms/cm), pH, turbidez (NTU), sólidos totais dissolvidos (mg/L) e oxigênio dissolvido (mg/L) através da sonda multiparamétrica (Horiba/L-50). A transparência da água foi determinada pela profundidade em que ocorreu a extinção do disco de secchi na coluna da água. Amostras de água foram coletadas na sub-superfície para definir em laboratório as concentrações de fósforo e nitrogênio de acordo com Apha et al. (1992).

As variáveis climatológicas foram obtidas no site IMNET (Instituto Nacional de Meteorologia) da estação meteorológica de Monteiro-PB e para análise foram considerados os dados de precipitação (mm), temperatura do ar (°C), vento (m/s) e radiação (KJ/m<sup>2</sup>) dos meses coletados.

### 2.4. Ficoperifíton

A remoção do biofilme perifítico foi feita em laboratório utilizando pincel e jatos de água destilada e o material foi depositado em frascos padronizados contendo 100 ml. A planta utilizada como substrato natural foi submetida à secagem em estufa durante três dias e

posteriormente foi feita a pesagem na balança de precisão para a determinação do peso seco (g). A identificação do ficoperifiton foi feita através de lâminas semipermanentes com o auxílio de microscópio óptico e chaves de identificação. Enquanto que a quantificação foi realizada através da contagem dos indivíduos utilizando a câmera de Neubauer, atingindo 100 indivíduos do mais abundante. Os dados de densidade foram convertidos para indivíduo/gPS, adaptando a metodologia descrita por Ros (1979). E para determinar quais os táxons foram mais abundantes, utilizou o critério proposto por Lobo & Leighton (1986).

## 2.5. Tratamento de dados

Para análise do *turnover* foi realizado uma regressão linear entre a distância euclidiana (DE) da estrutura da comunidade em função do tempo seguindo a metodologia proposta por Collins *et al.*, (2000). Dessa forma, a DE foi calculada à partir da matriz de densidade absoluta ( $10^7 \text{ind.gPS}^{-1}$ ), excluindo as espécies que não ocorreram em cada ponto amostral, para isso foi feita uma transformação da matriz por  $\log(x+1)$  no programa R 3.3.1. A análise da regressão linear foi feita no programa estatístico BioEstat 5.0, onde o intervalo de tempo foi transformado pela raiz quadrada. As variáveis abióticas foram padronizadas e utilizadas para verificar quais os vetores estavam norteando a ordenação das centroides temporais, através de uma CCA com todas as espécies da densidade absoluta no programa R 3.3.1.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Variáveis físicas, químicas e climatológicas

Durante o estudo o volume do reservatório variou de 34,2% a 26,2%, sendo o mínimo encontrado em dezembro/2013 (Tabela 1), período também que se observou o menor valor para a precipitação (0,20 mm) e maiores para temperatura do ar e radiação (25,86°C, 4.53 kJ/m<sup>2</sup> respectivamente), já a temperatura média da água foi de 26,6°C, com maior valor em abril/ 2014. Ao longo do período de amostragem o pH manteve-se alcalino, com águas bem oxigenadas (média= 8,99 e 6,3 mg/L na devida ordem), exceto em outubro/2013, em que o ambiente esteve quase anóxico (2,41 mg/L). As variáveis condutividade e sólidos totais dissolvidos não apresentaram grandes alterações, sendo abril o mês com menores valores (0,76  $\mu\text{S/cm}$  – 0,48 mg/L  $\pm$  0,00) e Agosto/2014 os mais elevados (1,07  $\mu\text{S/cm}$  – 0,68 mg/L), diferentemente da turbidez, que apresentou valor mínimo (1,00 NTU) no último mês amostrado e máximo em fevereiro/2014 e abril/2014 (54,24 e 53,10 NTU), período em que a precipitação teve maiores estimativas, com 55,60 e 109,60 mm nesta ordem. Em abril/2014

verificou-se que os nutrientes dissolvidos nitrito, nitrato e ortofosfato apresentaram menores valores, enquanto que os maiores ocorreram em agosto/2014. O íon amônia e o nitrogênio total apresentaram médias elevadas no decorrer do estudo (média=54,16 e 227,11 µg/L), sendo agosto/2013 e abril/2014 os meses com menor quantidade na água (20,33 e 129,45 µg/L respectivamente). Outubro/2013 possuiu a maior concentração de fósforo total na água (67.42 µg/L) comparado com outros meses.

**Tabela 1:** Valor máximo e mínimo das variáveis mensuradas no Reservatório de Camalaú

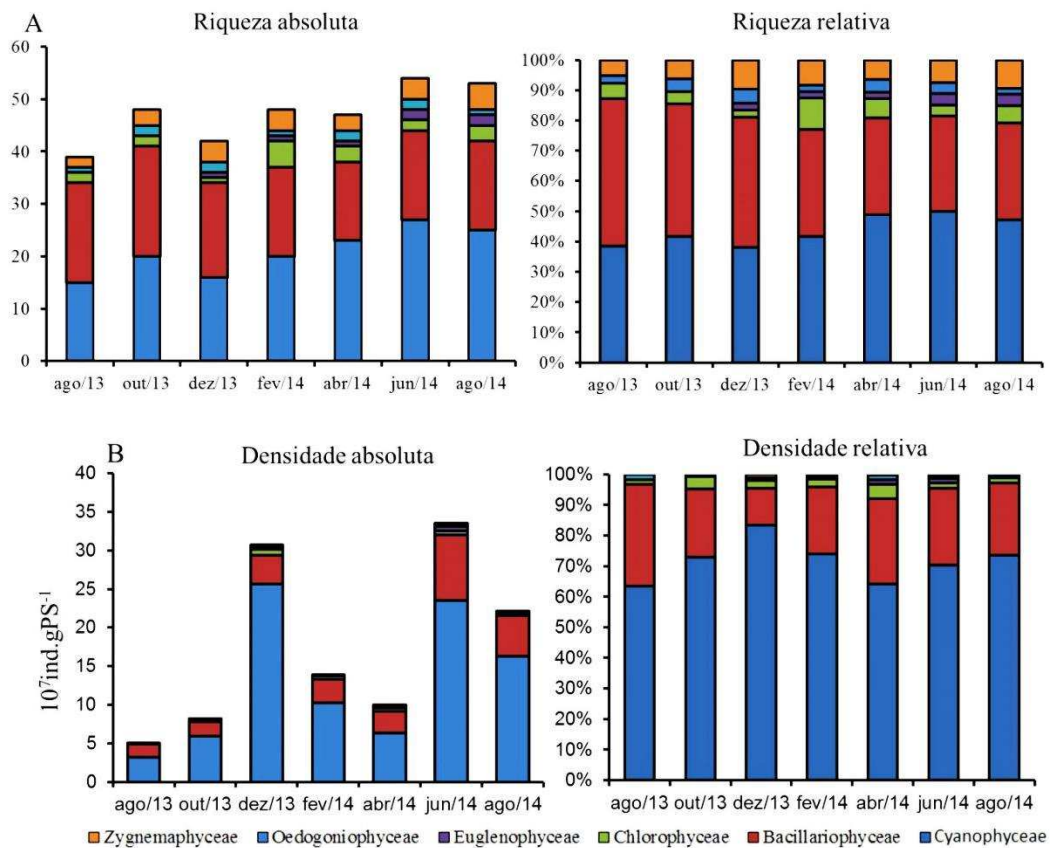
Variáveis ambientais	Ago/13	Out/13	Dez/13	Fev/14	Abr/14	Jun/14	Ago/14
<b>Volume (%)</b>	31.7%	29.6%	26.2%	32.4%	33.1%	34.2%	32.9%
<b>Transparência (m)</b>	1.49 ± 0.15	1.38 ± 0.39	1.68 ± 0.28	1.44 ± 0.22	1.25 ± 0.11	1.94 ± 0.24	1.96 ± 0.16
<b>Temperatura (°C)</b>	26.17 ± 0.97	25.90 ± 0.32	27.26 ± 0.62	28.58 ± 0.57	28.87 ± 0.63	25.52 ± 0.75	23.98 ± 0.30
<b>pH</b>	9.43 ± 0.16	9.26 ± 0.08	9.47 ± 0.17	9.45 ± 0.35	9.31 ± 0.67	8.37 ± 0.21	7.70 ± 0.22
<b>Oxigênio dissolvido (mg/L)</b>	5.46 ± 0.75	2.41 ± 0.85	7.47 ± 2.11	6.02 ± 3.08	6.25 ± 1.05	9.52 ± 1.92	8.58 ± 1.07
<b>Condutividade (µS/cm)</b>	0.91 ± 0.01	0.97 ± 0.01	1.04 ± 0.01	0.79 ± 0.00	0.76 ± 0.00	0.81 ± 0.00	1.07 ± 0.01
<b>Sólidos totais dissolvidos (mg/L)</b>	0.58 ± 0.00	0.62 ± 0.01	0.67 ± 0.00	0.51 ± 0.00	0.48 ± 0.00	0.52 ± 0.00	0.68 ± 0.01
<b>Turbidez (NTU)</b>	6.55 ± 10.38	37.73 ± 7.02	6.72 ± 10.02	54.24 ± 11.58	53.10 ± 3.95	4.43 ± 10.24	1.00 ± 0.00
<b>Nitrito (µg/L)</b>	1.25 ± 0.42	1.46 ± 0.44	1.99 ± 2.63	1.07 ± 0.25	0.60 ± 0.22	2.23 ± 0.89	7.47 ± 0.78
<b>Nitrato (µg/L)</b>	49.85 ± 28.98	54.16 ± 12.80	34.10 ± 10.91	27.76 ± 3.81	26.93 ± 4.08	41.24 ± 19.92	114.58 ± 7.54
<b>Amônia (µg/L)</b>	20.33 ± 5.65	32.00 ± 15.13	34.50 ± 5.01	77.83 ± 14.65	34.33 ± 4.68	94.50 ± 39.29	78.67 ± 10.17
<b>Ortofosfato (µg/L)</b>	18.17 ± 17.22	35.67 ± 13.93	21.50 ± 3.16	32.33 ± 14.29	1.17 ± 2.61	23.17 ± 8.76	10.43 ± 5.44
<b>Fósforo total (µm/L)</b>	60.33 ± 13.39	67.42 ± 29.00	37.00 ± 3.54	58.25 ± 12.72	39.50 ± 5.24	33.67 ± 3.03	22.83 ± 4.08
<b>Nitrogênio total (µg/L)</b>	229.36 ± 34.08	236.36 ± 26.65	187.77 ± 6.86	149.78 ± 20.92	129.45 ± 56.14	304.00 ± 15.88	323.35 ± 9.57
<b>Vento (Km/h)</b>	2.47 ± 0.00	4.13 ± 0.00	4.53 ± 0.00	3.16 ± 0.00	2.35 ± 0.00	2.19 ± 0.00	2.59 ± 0.00
<b>Temperatura do ar (°C)</b>	22.63 ± 0.00	24.02 ± 0.00	25.86 ± 0.00	25.60 ± 0.00	25.54 ± 0.00	22.89 ± 0.00	22.55 ± 0.00
<b>Radiação (kJ/m<sup>2</sup>)</b>	806,36 ± 0.00	943.88 ± 0.00	996.39 ± 0.00	978.02 ± 0.00	1054.11 ± 0.00	863.41 ± 0.00	799.43 ± 0.00
<b>Precipitação (mm)</b>	21.20 ± 0.00	16.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	55.6 ± 0.00	109.60 ± 0.00	7.80 ± 0.00	20.60 ± 0.00

### 3.2 Ficoperifíton



Foram encontrados 86 táxons, distribuídos em seis classes, com 40 espécies de Cyanophyceae, 30 de Bacillariophyceae, 5 de Chlorophyceae, 2 de Euglenophyceae e Oedogoniophyceae e 7 de Zygnemaphyceae. Destas, 16 espécies foram consideradas abundantes (>10%), sendo 12 pertencentes as Cyanophyceae, e 4 as Bacillariophyceae. O menor e maior valor para riqueza foi verificado nos meses de agosto/2013 e junho/2014, com 39 e 54 espécies respectivamente (Figura 2A). As Bacillariophyceae apresentaram o maior número de táxons em relação aos demais grupos, desde o início do estudo até o mês de dezembro/2013, entretanto, a partir do mês de fevereiro/2014, período em que precipitação foi mais elevada em comparação aos meses anteriores, as Cyanophyceae passaram a ser mais representativas.

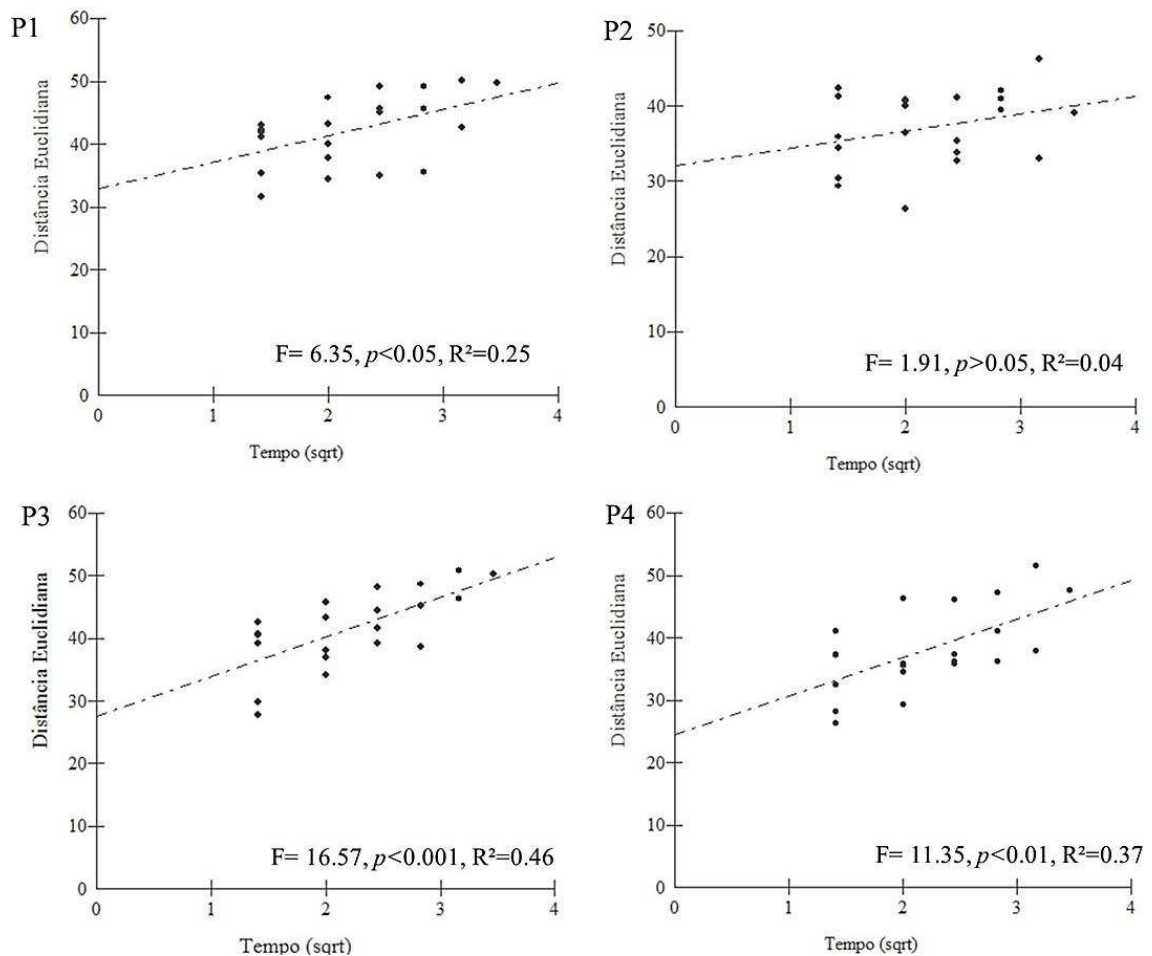
Em relação à densidade, as Cyanophyceae e Bacillariophyceae apresentaram uma participação considerável na estruturação da comunidade perifítica, contribuindo com os maiores percentuais de densidade ao longo de todo o período amostral (figura 2A). Os menores valores de densidade foram encontrados no mês de agosto/2013, enquanto que os maiores no mês de junho/2014. As classes Chlorophyceae, Euglenophyceae, Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae tiveram contribuições inferiores a 5%.

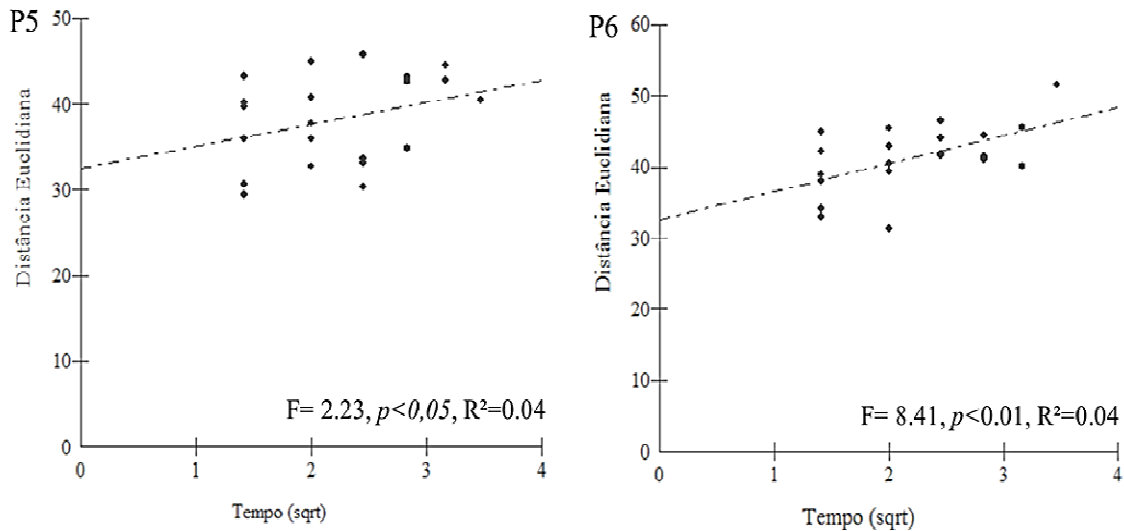


**Figura 2:** A- Gráfico referente a composição florística. B- Gráfico de densidade das algas perifíticas no Reservatório de Camaláu – PB.

### 3.3 Turnover

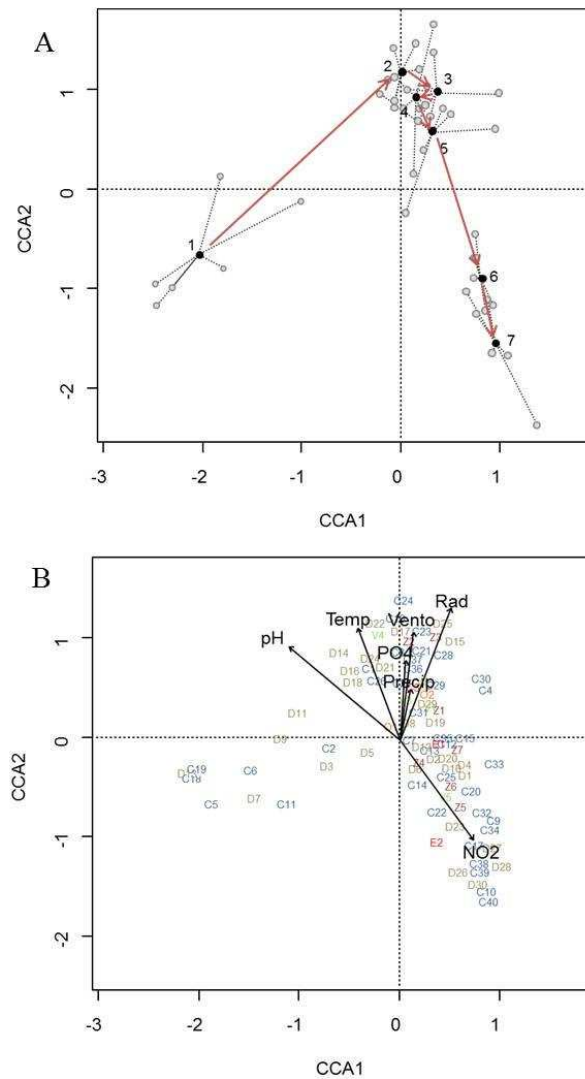
Verificou-se através da regressão linear que em cinco pontos do reservatório (Figura P1, P3, P4, P5, P6) o ficoperifiton está passando por uma mudança direcional positiva e significativa ( $p < 0.05$ ), com exceção do ponto P2, onde foi observado que a comunidade varia estocasticamente ao longo do tempo, visto que a linha de regressão não foi significativa ( $p > 0.05$ ). Nas figuras P1, P3 e P4 observou-se que o valor de  $r^2$  foi alto ( $r^2 > 0.20$ ) indicando que a variação direcional está ocorrendo de maneira mais robusta e com menos ruído, enquanto que as figuras P5 e P6 apresentaram o  $r^2$  mais baixo ( $r^2 < 0.05$ ), apontando que a mudança está ocorrendo, no entanto a mesma é lenta e a variação estocástica entre os intervalos das unidades amostrais é elevada.





**Figura 3:** análise da distribuição das unidades amostrais baseada na distância euclidiana em função do tempo.

A ordenação das centroides temporais no espaço (Figura 3.A) evidencia o processo de mudança que ocorreu na composição e estrutura da comunidade ao longo de um ano. Onde é possível observar que durante esse período sazonal amostrado houve duas grandes perturbações. A primeira ocorreu do mês 1 (Agosto/2013) para o 2 (Outubro/2013), relacionada com os fatores radiação e vento que durante o intervalo bimensal aumentaram de 806,36 KJ/m<sup>2</sup> para 943.88 KJ/m<sup>2</sup> e 2,47 Km/h para 4,13 Km/h respectivamente (Figura 3.B). A segunda perturbação foi evidenciada entre do mês 5 (Abril/2014) para o 6 (Junho/2014), explicada pela variável precipitação, visto que em Abril verificou-se o maior valor para este vetor (média=109,60 mm). No último mês amostrado a distribuição das espécies foi explicada pelo vetor nitrito, período em que o mesmo apresentou maior valor (média= 7,86 µg/L). Nos demais meses foram observadas perturbações de pequeno impacto, entretanto foram suficientes para estabelecer uma alteração no ficoperifiton, uma vez que é possível verificar que a partir dos meses 3, 4 e 5 ocorreu o aumento da riqueza, incluindo espécies pertencentes as classes de Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Oedogonophyceae, Euglenophyceae e Chlorophyceae, período em que houve uma elevação nos teores de ortofosfato e temperatura da água. As espécies que estão mais afastadas dos vetores não foram tão sensíveis as perturbações.



**Figura 3:** A - distribuição das centroides temporais em escala anual, a numeração de 1 a 7 corresponde aos meses do estudo. B – ordenação dos grupos algais em função dos fatores abióticos. (C – Cyanophyceae, D – Bacillariophyceae, V – Chlorophyceae, O – Oedogoniophyceae, E - Euglenophyceae, Z - Zygnemaphyceae)

Os dois eixos da CCA foram significativos, onde o eixo 1 foi o mais explicativo 24,24% de modo que as variáveis pH, temperatura da água, vento, radiação, precipitação, ortofosfato e nitrato foram selecionadas e significativas ( $p < 0,05$ ) explicando 32,7% da distribuição das centroides temporais (Tabela 2). No eixo 1 o pH influenciou de forma negativa a separação dos grupos. Enquanto que para o eixo dois, foi possível observar que a radiação foi a variável com maior valor, afetando a comunidade de forma positiva, enquanto que o nitrito influenciou as duas últimas unidades amostrais de forma negativa.

**Tabela 2:** Resumo estatístico da Análise de Correspondência Canônica feita para o ficoperifiton em um reservatório no semiárido.

	CCA1	CCA2		CCA1	CCA2
Autovalores	0,47	0,39	pH	-0,69	0,59
Proporção explicada	24,24%	20,04%	Radiação	0,32	0,83
Proporção acumulada	24,24%	44,28%	Vento	0,08	0,68
F-teste	4,00	3,31	Temperatura	-0,06	0,71
p-valor	0,001	0,001	Nitrito	0,45	-0,63
			Precipitação	0,06	0,32
			Ortofosfato	0,03	0,48

#### 4 DISCUSSÃO

O reservatório de Camalaú apresentou uma considerada variação temporal na riqueza e na densidade perifítica durante o ciclo hidrológico estudado, com tendências de *turnover* direcional positiva.

A comunidade ficoperifítica apresentou uma progressão sazonal. De acordo com Taniwaki (2013), a maior riqueza de Bacillariophyceae pode esta relacionada com o período de estiagem que reflete o menor nível de água no reservatório. O mesmo foi verificado em Camalaú, uma vez que nos três primeiros meses do estudo essa classe foi mais representativa. Algarte *et al.* (2009), explica que diversas espécies pertencentes as esta classe se desenvolvem em condições variáveis e colonizam rapidamente os substratos. Além disso, estas não necessitam de intensidade luminosa e suprimento de fósforos elevados para se desenvolver, sendo uma vantagem competitiva em comparação com os demais grupos algais. (VERCELINO, 2001; CETTO *et al.*, 2004).

Com o aumento da precipitação no mês fevereiro/2014, as Cyanophyceae passaram a ser mais abundantes até o final do estudo. Por ser considerado um grupo oportunista, essa classe pode ter sido favorecida pelo pH alcalino que garantiu a alta disponibilidade de amônia até agosto/2014, uma vez que apresentam estruturas que permitem a fixação de nitrogênio na presença de nitrato e amônia (ESTEVES, 1998). A riqueza elevada no mês de junho/2014 pode ser explicada pela redução da turbidez na coluna da água, favorecendo a penetração de luz e ainda a processos atrelados a capacidade da comunidade se reestabelecer após uma perturbação, visto que no mês anterior houve um pico na precipitação, que pode ter desagregado algas, liberando espaço para o desenvolvimento de novos táxons (ESTEVES, 2003; VERCELLINO & BICUDO, 2006).

Assim como a composição, a estrutura do ficoperifiton no reservatório de Camalaú foi marcada pelos mesmos grupos Cyanophyceae e Bacillariophyceae. Onde as Cyanophyceae apresentaram maior contribuição, com densidades elevadas durante todo o período. Esse fato pode ser atribuído a predominância de espécies filamentosas, visto que dos 40 táxons encontrados, apenas dois eram coloniais. A maioria destas algas eram pseudoperifíticas podendo se prender ao substrato pela sua própria forma, com associação da bainha mucilaginosa produzida pela maioria, podendo formar tufos densos, que explica as densidades elevadas no período sazonal. Autores também retratam o predomínio destas algas no biofilme peritrítico, como por exemplo, Fonseca (2004), Cetto *et al.* (2004) e Cavati & Fernandes, (2008). As Bacillariophyceae foi o segundo grupo com densidades expressivas, sendo explicadas pelo predomínio de algas verdadeiramente perifíticas, que possuem estruturas de fixação especializadas tais como pedúnculos mucilagosos, produção de matrizes de mucilagem e colônias que apresentam uma base de fixação, conferindo este grupo uma vantagem adaptativa em relação às demais algas. (CETTO *et al.*, 2004; CAVATI & FERNANDES, 2008).

A densidade elevada no mês de junho/2014 para todos os táxon pode ser relacionadas ao aumento da série nitrogenada e da disponibilidade de ortofosfato em relação ao mês anterior, e como esta é a forma mais assimilável pelas algas, este incremento de nutrientes provavelmente elevou a atividade metabólica da comunidade perifítica, tendo como consequência o aumento da biomassa, refletindo na densidade. (ESTEVES, 2003; MOSCHINI-CARLOS *et al.*, 2000; LEANDINI *et al.*, 2012

De acordo com a análise do *turnover*, cinco das seis unidades amostrais coletadas no reservatório de Camalaú estão passando por uma mudança direcional positiva na composição, e apenas uma é caracterizada como estocástica (tendem a ser estáveis no tempo). Dentro de um conjunto de dados intra-anuais esta inclinação foi acentuada, uma vez que exhibe claramente que algas perifíticas apresentam rápidas oscilações na dinâmica populacional, tendo, portanto um *turnover* acelerado. As flutuações que ocorreram nas variáveis abióticas impulsionaram estas modificações, que foram evidenciadas pela CCA. Pesquisas realizadas por Adler & Lauenroth (2003) e Korhonen *et al.* (2010), evidenciaram que alterações na composição das espécies estão relacionadas diretamente com as variáveis ecológicas, físicas e geográficas, corroborando com o que encontramos em Camalaú.

Desta forma, na ordenação temporal das unidades amostrais a primeira perturbação (agosto/2013 → outubro/2014) registrada pelo turnover teve relação com as variáveis

climatológicas, vento e radiação de forma positiva, exibida pela CCA. Uma vez que o vento atua como uma força de desagregação para algas pseudoperifíticas (FELISBERTO & RODRIGUES, 2012), a elevação destes vetores do mês inicial para o subsequente provocou uma rotatividade das espécies, favorecendo as Bacillariophyceae, que apresentam estruturas de aderência ao substrato, constituindo dessa forma mais uma explicação para o aumento de riqueza desta classe no segundo mês.

Os pequenos distúrbios sequenciais verificados em dezembro/2013 → fevereiro/2014 foram norteados principalmente pela elevação de temperatura e alta disponibilidade de ortofosfato na coluna da água, neste mesmo período a coluna da água se manteve bem iluminada. Conforme Bicudo *et al.*, (1995), a luz e a temperatura apresentam um efeito controlador na comunidade ficoperifítica, uma vez que o processo sucessional é mais acentuado em períodos mais quentes. O somatório destas condições acelera o metabolismo das espécies e aumentam a produtividade das comunidades algais (MOSCHINI-CARLOS *et al.*, 2000). Assim como o estudo de Felisberto & Rodrigues (2012) o período mais quente e úmido teve uma riqueza elevada em um período sazonal, corroborando com o que foi observado em Camalaú, já que neste período foi observado o aumento dos táxons e aparecimento da classe Euglenophyceae, até então não registrada na comunidade.

A chuva desencadeou um distúrbio elevado para a comunidade, visto que neste período (abril/2014 → junho/2014) houve uma redução na densidade das espécies, alterando mais uma vez a rotatividade das mesmas. Assim como o vento, a chuva promove a desagregação de algas pseudoperifíticas, mas também pode fornecer o estabelecimento de espécies oportunistas. Shurin *et al.*, (2007) propõe que algumas espécies podem ter nichos ambientais mais abrangentes em relação à faixa de condições experimentadas no habitat, dominando ao longo de todo o período de tempo, como foi observado em Camalaú em relação as Cyanophyceae.

Por fim, a última mudança direcional foi verificada no mês junho/2014 para agosto/2014. Sendo explicada pela redução de temperatura e pH, além do aumento da concentração de nitrito na água. Por ser um nutriente tóxico, este influenciou negativamente a comunidade. Portanto, as diferenças nas condições abióticas iniciais em comparação ao último mês do estudo podem ter impedido o retorno da composição ficoperifítica ao estágio inicial de uma forma cíclica. Resultando em uma modificação direcional positiva explicada pelas flutuações ambientais.

## 5 CONCLUSÃO

Os fatores climatológicos como precipitação, radiação e vento foram variáveis que afetaram diretamente as condições hidrológicas do reservatório de Camalaú, podendo ter relação com as alterações nas características químicas e físicas da água. Estas modificações no ecossistema foram entendidas como perturbações para o perifiton, refletindo diretamente mudanças na estrutura e dinâmica da comunidade ficoperifítica de forma direcional ao longo de um período anual.

## RESTRUCTURING THE PHYCOPERIPHYTON IN SEMIARID RESERVOIR

Irma C. e Silva<sup>1</sup>, Thainá A. Lycarião<sup>2</sup>, Ênio W. Dantas<sup>3</sup>

### ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the temporal variability of phycoperiphyton through turnover and abiotic factors. This was carried out in a semiarid reservoir through bimonthly samplings, over a year (August / 2013 to August / 2014). Six assemblage of aquatic macrophytes were selected, where the periphyton was obtained from the intermediate part of *Egeria densa*. Abiotic data were also measured and water samples were collected for nutrient analysis. In the laboratory, the periphyton was removed with a brush and jets of distilled water, and the plant was dried in an oven, where the dry weight was used together with the counting of the optical microscope to determine the absolute density (gPS-1). A linear regression was performed between the Euclidean distance of the species that occurred in each bank as a function of time to verify the turnover and to CCA to analyze which abiotic variables may have caused change in the community structure. ( $P < 0.05$ ), indicating that the phycoperiphyton is undergoing a directional change, while at one point the community was stable ( $p > 0.05$ ). At the CCA, the two axes were significant, so that the variables: pH, temperature, precipitation, wind, orthophosphate, were selected and significant ( $p < 0.05$ ), explaining 32.7% of the temporal centroid distribution. Therefore, the climatological variables selected by the analysis were determinant to explain the structural modification of the phycoperitoneum evidenced by the turnover over an annual period.

**Keywords:** Periate algae, natural substrate, temporal variation.



## REFERÊNCIAS

ADLER, P. B.; LAUENROTH, W. K. **The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity.** Ecology Letters. v. 6, n. 8, p. 749-756, 2003.

ALBUQUERQUE, N. L. **Estudos da presença do manganês no reservatório Jucazinho localizado na bacia hidrográfica do Rio Capibaribe no Agreste pernambucano-Brasil.** Dissertação apresentada à Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife –PE. 2006.

ALGARTE, V. M.; MORESCO, C.; RODRIGUES, L. **Algas do perífiton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná.** Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 28, n. 3, p. 243-251, 2007.

APHA, AWWA & WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 18 ed. New York: APHA/AWWA/WPCF, 1992. 1193p

ARAUJO, C. J. **Assoreamento em Reservatórios do Semi-árido: Modelagem e Validação.** RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 8, n. 2, p. 39–56, 2003.

BARBOSA, J. E. D. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R. D. S.; CRISPIM, M. C. B.; SILVA, G. H. G. D. **Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management.** Acta Limnologica Brasiliensia. v. 24, n. 1, p. 103-118, 2012.

BARBOSA, J. E. L.; ANDRADE, R. S.; LINS, R. P.; DINIZ, C. R. **Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, Trópico semi-árido Brasileiro.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. v. 1, p. 81-89, 2006.

BICUDO, D.C.; NECCHI JÚNIOR, O.; CHAMIXAES, C.B. 1995. **Periphyton studies in Brazil: present status and perspectives.** In Limnology in Brazil. Academia Brasileira de Ciências e Sociedade Brasileira de limnologia, 1995.

BINI, L. M.; OLIVEIRA, L. G.; SOUZA, D. C.; CARVALHO, P.; PINTO, M. P. **Patterns of the aquatic macrophyte cover in Cachoeira Dourada Reservoir (GO-MG).** Brazilian Journal of Biology, v. 65, n. 1, p. 19-24, 2005.

- BRONMARK, C.; VERMAAT, J. E. **Complex fish-snail-epiphyton interactions and their effects on submerged freshwater macrophytes. In The structuring role of submerged macrophytes in lakes** (pp. 47-68). Springer New York, 1998.
- CAVATI, B. **Algas epilíticas em um reservatório tropical raso (Vitória, ES): estrutura e dinâmica em diferentes escalas temporais.** Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 170p. 2008.
- CAVATI, B; FERNANDES, V.O. **Algas perifíticas em dois ambientes do baixo rio Doce (lagoa Juparanã e rio Pequeno–Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil): variação espacial e temporal.** Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 30, n. 4, p. 439-448, 2008.
- CETTO, J. M.; LEANDRINI, J. A.; FELISBERTO, A. S.; RODRIGUES, R. **Comunidade de algas Perifíticas no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil.** Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá, v. 26, n. 1, p. 1-7, 2004.
- CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. **A Questão da Água No Semiárido Brasileiro.** In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Org.). *Águas do Brasil Análises Estratégicas.* 1ª ed. São Paulo: Instituto de Botânica. v. 1, p. 81-91, 2010.
- COLLINS, S. L.; MICHELI, F.; HARTT, L. **A method to determine rates and patterns of variability in ecological communities.** Oikos, v. 91, n. 2, p. 285-293, 2000.
- DANTAS, E. W.; BARBOSA, J. E. L. **Comparação qualitativa da comunidade de algas perifíticas do epifíton, epilíton e epizoon em três ambientes lênticos da bacia do rio Taperoá, Paraíba.** In Sociedade Brasileira de Ficologia, org. *Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos.* Rio de Janeiro: Museu Nacional. v. 10, p. 399-410, 2005.
- ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia.** 2. ed- Rio de Janeiro: Interciência., 602 p. 1998.
- ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p. 2011
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. **Periphytic algal community in artificial and natural substratum in a tributary of the Rosana reservoir (Corvo Stream, Paraná State, Brazil).** Acta Scientiarum Biological Sciences. v. 32, n. 4, p. 373-385, 2010.

FONSECA, I.A. **Comunidade perifítica, com ênfase para cianobactérias, em distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná.** Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Estadual de Maringá, 2004.

FRANÇA, R. C. S.; LOPES, M. R. M.; FERRAGUT, C. **Temporal variation of biomass and status nutrient of periphyton in shallow Amazonian Lake (Rio Branco, Brazil).** *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 21, n. 2, p. 175-183, 2009.

KORHONEN, J. J.; SOININEN, J.; HILLEBRAND, H. **A quantitative analysis of temporal turnover in aquatic species assemblages across ecosystems.** *Ecology*, v. 91, n. 2, p. 508-517, 2010.

LEANDRINI, J. A.; FONSECA, I. A.; RODRIGUES, L. **Characterization of habitats based on algal periphyton biomass in the upper Paraná River floodplain, Brazil.** *Brazilian Journal of Biology*. v. 68, n. 3, p. 503-509, 2008.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. **Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile.** *Rev. Biol. Mar*, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.

MACEDO, D. R. G. **Microcistina na água e biomagnificação em peixes de reservatórios de abastecimento público do estado da Paraíba.** Dissertação de Mestrado – UEPB, 2009

MALTCHIK, L.; DUARTE, M. D. C.; BARRETO, A. P. **Resistance and resiliense of periphyton to disturbance by flash floods in a Brazilian semiarid ephemeral stream (Riacho Serra Branca, NE, Brazil).** In: *Anais da academia Brasileira de Ciências*. p.791-800, 1999.

MALTCHIK, L.; FLORÍN, M. **Perspectives of hydrological disturbance as the driving force of Brazilian semiarid stream ecosystems.** *Acta Limnologica Brasiliensia*. v. 14, n. 3, p. 35-41, 2002.

MOSCHINI-CARLOS, V.; HENRY, R.; POMPÊO, M. L. M. **Seasonal variation of biomass and productivity of the periphytic community on artificial substrata in the Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil).** *Hydrobiologia*, v. 434, n. 1-3, p. 35-40, 2000.

RODRIGUES, L.; BICUDO, D. DE C. **Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil.** *Brazilian Journal of Botany*, v. 24, n. 3, p. 235-248, 2001.

ROS, J. **Práticas de Ecologia**. Ed. Omega, Barcelona. 181p. 1979

SHURIN, J.B. *et al.* **Diversity–stability relationship varies with latitude in zooplankton**. Ecology Letters, v. 10, n. 2, p. 127-134, 2007.

TANIWAKI, R. H. *et al.* **Structure and dynamics of the community of periphytic algae in a subtropical reservoir (state of São Paulo, Brazil)**. Acta Botanica Brasilica, v. 27, n. 3, p. 551-559, 2013.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios**. Acta Limnologica Brasiliensia. v. 10, n. 1, p. 103-116, 1998.

TUNDISI, J. G. **Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios – estudos de caso e perspectivas**. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.). Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. 2. ed. São Carlos: Ed. Rima, 2006. 21 p.

TUNDISI, J.; TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631 p

VERCELLINO, I.S. **Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo: influência do estado trófico e período climatológico**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001.

VERCELLINO, I. S.; BICUDO, D. C. **Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso**. Revista Brasileira de Botânica, v. 29, n. 3, p. 363-377, 2006.

VIANA, DUARTE S. *et al.* **Assembly mechanisms determining high species turnover in aquatic communities over regional and continental scales**. Ecography, v. 39, n. 3, p. 281-288, 2016.