

## BIODIVERSIDADE DE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Janiele França Nery <sup>1</sup>  
Gleydson Kleyton Moura Nery <sup>2</sup>  
Salomão de Sousa Medeiros <sup>3</sup>

### RESUMO

O fitoplâncton é um discriminador ambiental, sendo as flutuações e alterações em sua composição e estrutura indicativas das características do ecossistema. O estudo da diversidade biológica ocorre em três níveis: diversidade alfa, diversidade beta e diversidade gama, contudo, a diversidade beta destaca-se por ser um fator chave para compreender o funcionamento dos ecossistemas e as causas da sua diversidade. Neste sentido o objetivo deste estudo é avaliar a influência das características climáticas sobre a diversidade taxonômica do fitoplâncton e os padrões de diversidade beta em reservatórios do semiárido da Paraíba. Foram amostrados, três reservatórios na Paraíba localizados nas regiões do Agreste, Borborema e Sertão, nos meses de fevereiro/2019 e julho/2019 para avaliação da composição, diversidade taxonômica e diversidade beta. A composição taxonômica do fitoplâncton nos reservatórios totalizou 53 táxons infra-genéricos distribuídos em 9 Classes: Cyanophyceae, Trebouxiophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Mediophyceae, Coscinodiscophyceae, Zygnematomphyceae, Dinophyceae e Euglenophyceae, sendo as Cyanobacteria as mais representativas. A riqueza de espécies diminuiu entre os períodos de seca e chuva nos reservatórios Epitácio Pessoa e Coremas, ocorrendo aumento no reservatório Argemiro de Figueiredo, no entanto, o mesmo padrão não foi observado para a variação da diversidade taxonômica, ocorrendo declínio em Epitácio Pessoa e aumento para Coremas e Acauã. A diversidade taxonômica apresentou variação entre os sistemas e entre os períodos hidrológicos, o que denota a influência das características geoclimáticas e hidrológicas sobre a composição relação filogenética das espécies.

**Palavras-chave:** Diversidade taxonômica, Diversidade Beta, Aninhamento.

### INTRODUÇÃO

Avaliar, medir e interpretar a biodiversidade no espaço e no tempo são tarefas desafiadoras em ecologia, evolução, biogeografia e conservação (CARDOSO et al, 2014). As alterações ambientais globais e perturbações antrópicas têm afetado amplamente a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas, deste modo conhecer a diversidade de espécies numa determinada área, bem como quantificar as formas de distribuição das comunidades locais ou regionais torna-se essencial para preservação de espécies, conservação

<sup>1</sup>Doutora em Ciências Ambientais. Pesquisador no Instituto Nacional do Semiárido – INSA – PB, [janiele.nery@insa.gov.br](mailto:janiele.nery@insa.gov.br);

<sup>2</sup>Mestre em Ecologia e Conservação. Pesquisador no Instituto Nacional do Semiárido – INSA – PB, [gleydson.nery@insa.gov.br](mailto:gleydson.nery@insa.gov.br);

<sup>3</sup>Doutor em Ciências Agrárias. Pesquisador no Instituto Nacional do Semiárido – INSA – PB, [salomao.medeiros@insa.gov.br](mailto:salomao.medeiros@insa.gov.br).

dos recursos naturais e recuperação de ecossistemas degradados (MAGURRAN & DORNELAS, 2010; ROSADO *et al.* 2013; RODRIGUES *et al.* 2015).

Os ecossistemas aquáticos de regiões semiáridas e áridas apresentam variabilidade espacial e temporal marcantes, em função das particularidades de seu regime hidrológico (SÁNCHEZ-CARRILLO & ALVAREZ-COBELAS, 2001). No semiárido brasileiro os reservatórios apresentam vazão baixa e elevado tempo de residência da água associado com um balanço hídrico negativo e temperaturas elevadas durante a maior parte do ciclo hidrológico (BARBOSA *et al.*, 2012).

Os organismos que compõem o ecossistema aquático são interligados através da cadeia trófica, sendo o fitoplâncton (algas e cianobactérias) a componente base, deste modo, variações na composição deste é o reflexo das mudanças das condições ambientais no tempo e espaço, estando os padrões de riqueza, diversidade, densidade e biomassa diretamente relacionados com esta variação (REYNOLDS, 2006).

O fitoplâncton é utilizado como um discriminador ambiental, sendo as flutuações e alterações na composição e estrutura indicativas das características do ecossistema. Desta forma, as variáveis físicas e químicas fornecem informações instantâneas, efeitos de longo prazo da qualidade ambiental são armazenados nas comunidades biológicas (LOBO *et al.*, 2002).

O estudo da diversidade biológica ocorre em três níveis: (i) diversidade alfa, a “riqueza de espécies local”, (ii) diversidade beta, a “amplitude de alteração na composição da comunidade” e a (iii) diversidade gama, a “diversidade de espécies regional” (WHITTAKER, 1972). Neste contexto, a diversidade beta destaca-se por ser um fator chave para compreender o funcionamento dos ecossistemas e as causas da sua diversidade (CONDIT *et al.* 2002).

Estudos de diversidade beta descrevem a extensão das diferenças de composição entre os locais e buscam revelar os mecanismos de construção que impulsionam essas diferenças, ou seja, a estruturação das comunidades no espaço e/ou no tempo (KRAFT *et al.*, 2011; BEAUDROT *et al.*, 2013). Dois são os fenômenos gerados pela diversidade beta, (i) turnover de espécies, que implica na substituição de espécies encontradas no ambiente por outras espécies através da triagem ambiental ou restrições espaciais e históricas, o que acaba por influenciar em taxas de endemismo em várias escalas espaciais (BOND *et al.*, 2001; QIAN *et al.*, 2005; BASELGA, 2010) e o (ii) aninhamento de espécies, onde o conjuntos de espécies ocorre quando pontos com menor número de espécies são subconjuntos dos pontos mais ricos o que reflete na perda de espécies como uma consequência de fatores que promovem a

desagregação ordenada das assembleias (WRIGHT & REEVES, 1992 ; GASTON & BLACKBURN, 2000; ULRICH & GOTELLI, 2009; VILLÉGER et al, 2013).

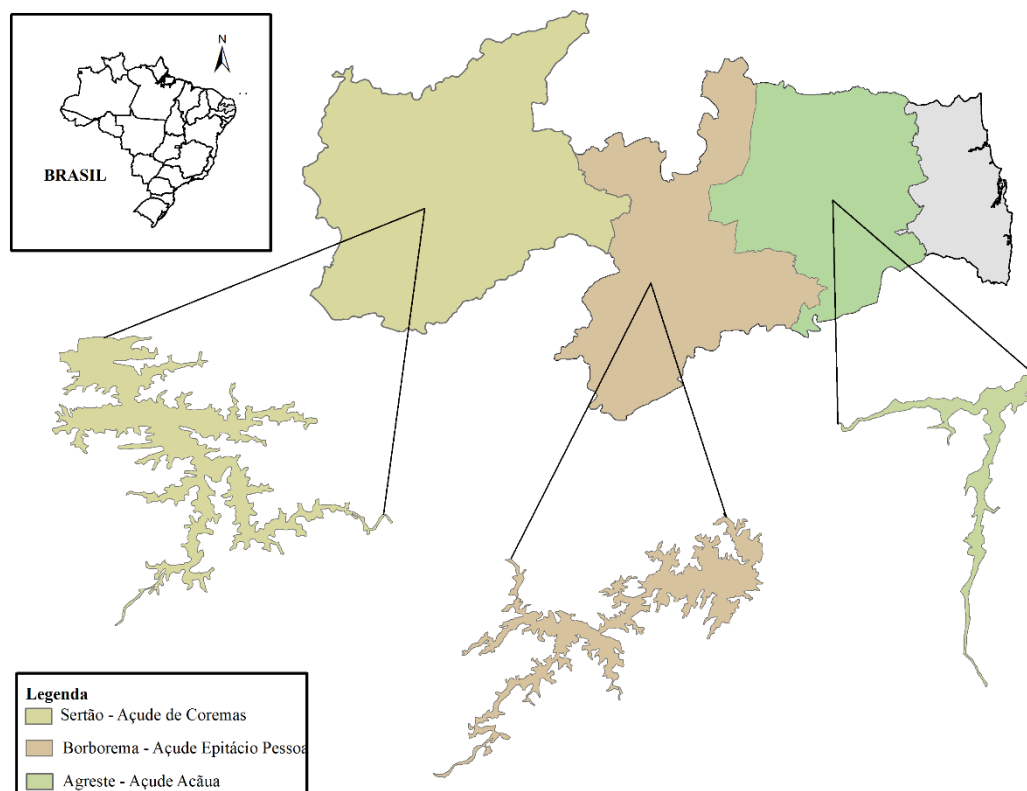
A diversidade taxonômica ou filogenética é uma medida da diversidade de uma comunidade que incorpora as relações filogenéticas das espécies (MAGURRAN 2004). A premissa dessa medida é que a diversidade é maior em uma comunidade em que as espécies são filogeneticamente mais distintas, deste modo, espécies coexistindo devem diferir significativamente, assim a maior parte da variação entre espécies aparentadas é uma resposta adaptativa à competição no passado, quando os traços não diferiam (CIANCIARUSO et al., 2009).

O objetivo deste estudo é avaliar a influencia das características climáticas sobre a diversidade taxonômica do fitoplâncton e os padrões de diversidade beta em reservatórios do semiárido da Paraíba.

## **METODOLOGIA**

### **Área de Estudo**

Foram realizadas duas amostragens, em fevereiro/2019 (período de seca) e Julho/2019 (período chuvoso), em três reservatórios localizados em diferentes mesorregiões da Paraíba: agreste – Reservatório Argemiro de Figueiredo; Borborema – Reservatório Epitácio Pessoa; e sertão – Reservatório Coremas (Figura 1).



**Figura 1.:** Representação da localização dos reservatórios na geografia do Estado da Paraíba.

## Métodos

A amostragem da comunidade fitoplanctônica deu-se em duas estações amostrais ao longo dos reservatórios, através de arrastos horizontais, utilizando rede de plâncton de abertura de malha de 20  $\mu$ m para amostras qualitativas da comunidade. Amostras de 300 mL de água foram coletadas e fixadas com solução de lugol acético para avaliação da densidade fitoplanctônica.

As identificações das populações fitoplanctônicas foram realizadas em microscópio óptico Zeiss, equipado com contraste de fase e analisador de imagens (Axion Cam), através da análise de características morfológicas e morfométricas das fases vegetativa e reprodutiva. A abundância das populações, foram estimadas pelo método da sedimentação de Utermöhl (1958), em microscópio invertido. O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou de detrito. O tempo de sedimentação foi de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara. Os indivíduos (células, colônias, filamentos) foram enumerados em campos aleatórios (UHELINGER 1964), em número suficiente para alcançar 100 indivíduos da espécie mais frequente, sendo o erro inferior a 20%, ( $p < 0,05$ ) (LUND et al. 1958). Mesmo não sendo apresentados os dados de contagem no presente trabalho as espécies identificadas nas amostras quantitativas foram incorporadas a lista de espécies utilizada.

## Análise de Dados

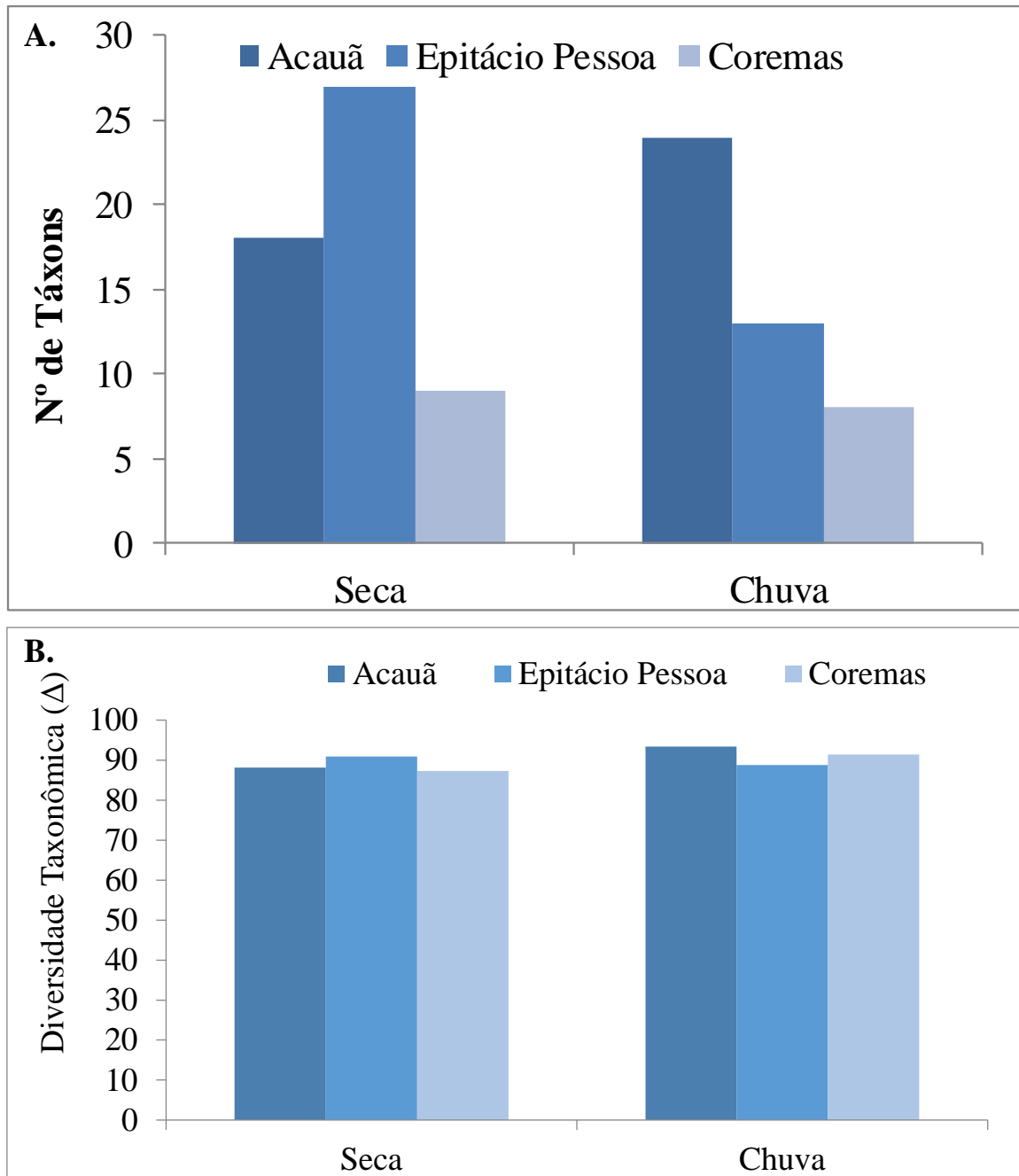
Para estimar os índices de Diversidade Taxonômica, utilizou-se uma classificação Linneana hierárquica como base para os cladogramas que representam a relação filogenética das espécies, sendo considerados cinco níveis taxonômicos (espécie, gênero, família, ordem, classe e filo). A diversidade taxonômica ( $\Delta$ ) foi utilizado como medida de amplitude taxonômica total de uma comunidade, uma vez que se duas comunidades tem um número identico de espécies, mas diferem na diversidade de táxons as quais as espécies pertecem, a assembléia mais variada taxonomicamente será é a mais diversa (CLARKE & WARWICK, 1998; MAGURRAN 2004). A grande vantagem deste índice é que podemos variar sua sensibilidade a diferenças na contribuição das espécies raras. As medidas de diversidade taxonômica foram calculadas utilizando a função taxondive () no pacote "vegan" no R (OKSANEN et al., 2013).

A diversidade beta ( $\beta_{SOR}$ ) e seus componentes, turnover ( $\beta_{SIM}$ ) e aninhamento ( $\beta_{SNE}$ ), foram calculados de acordo com Baselga (2010), utilizando o pacote BETAPART (BASELGA & ORME, 2012; RCoreTeam, 2013) no software R. A diversidade beta foi estimada entre os sistemas e entre os períodos amostrados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição taxonômica do fitoplâncton nos reservatórioss totalizou 53 táxons infra-gênericos distribuídos em 9 Classes (Tabela 1): Cyanophyceae, Trebouxiophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Mediophyceae, Coscinodiscophyceae, Zygnematomyphyceae, Dinophyceae e Euglenophyceae. O reservatório Acauã apresentou o maior número de táxons, seguido de Boqueirão e Acauã.

A riqueza de espécies diminuiu entre os períodos de seca e chuva nos reserevatório Epitácio Pessoa e Coremas, ocorrendo aumento no reseervatório Argemiro de Figueiredo (Figura 3A). O mesmo padrão não foi observado para a variação da diversidade taxonômica, ocorrendo declínio em Epitácio Pessoa e aumento para Coremas e Argemiro de Figueiredo (Figura 3B).



**Figura 3.** (a) Variação da riqueza de espécies e (b) Diversidade taxonômica nos reservatórios de Coremas, Epitácio Pessoa e Acauã.

A diversidade e taxonômica pode ser considerada uma medida intermediária para estimar a disponibilidade de nichos de uma comunidade (CAMPBELL et al., 2011), uma vez que se espera traços funcionais mais similares entre as espécies mais próximas filogeneticamente (ACKERLY, 2003). Deste modo, o aumento na diversidade taxonômica no período chuvoso observado nos sistemas pode ser considerado um reflexo da diversidade de hábitos entre as espécies, que se intensificam à medida que o estresse hídrico do sistema diminui e os recursos tornam-se menos limitantes.

**Tabela 1.:** Distribuição e Classificação das espécies entre os reservatório de Coremas, Epitácio Pessoa e Acauã.

Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero	Espécie	Acauã	Boqueirão	Coremas
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>	<i>Chroococcus dispersus</i>	X	X	
			Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>		X	X
					<i>Microcystis protocystis</i>	X		X
		Synechococales	Merismopediaceae	<i>Aphanocapsa</i>	<i>Aphanocapsa elachista</i>	X		
			Coelosphaeriaceae	<i>Coelomorum</i>	<i>Coelomorum tropicalis</i>		X	X
			Pseudanabaenaceae	<i>Limnothrix</i>	<i>Limnothrix planctonica</i>	X	X	
				<i>Pseudanabaena</i>	<i>Pseudanabaena galeata</i>		X	
					<i>Pseudanabaena mucicola</i>	X		
		Oscillatoriales	Coleofasciculaceae	<i>Anagnostidinema</i>	<i>Anagnostidinema amphibium</i>	X		
			Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i>	<i>Phormidium breve</i>		X	
			Microcoleaceae	<i>Arthrospira</i>	<i>Arthrospira platensis</i>	X		
				<i>Planktothrix</i>	<i>Planktothrix agardhii</i>		X	X
					<i>Planktothrix isothrix</i>		X	
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum</i>	<i>Dolichospermum solitarium</i>	X		
				<i>Aphanizomenon</i>	<i>Aphanizomenon gracile</i>	X		

	<i>Anabenopsis</i>	<i>Anabenopsis elenkinii</i>	X		
	<i>Raphidiopsis</i>	<i>Raphidiopsis raciborskii</i>	X	X	X
	<i>Amphiheterocytum</i>	<i>Amphiheterocytum lacustre</i>		X	
	<i>Cuspidothrix</i>	<i>Cuspidothrix tropicalis</i>	X	X	

## Chlorophyta

### Trebouxiophyceae

Trebouxiales	Botryococcaceae	<i>Botryococcus</i>	<i>Botryococcus braunii</i>	X		
Chlorellales	Oocystaceae	<i>Crucigeniella</i>	<i>Crucigeniella crucifera</i>	X	X	
		<i>Oocystis</i>	<i>Oocystis lacustres</i>		X	
	Chlorellaceae	<i>Chlorella</i>	<i>Chlorella vulgaris</i>		X	
		<i>Dictyosphaerium</i>	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		X	X

### Chlorophyceae

Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i>	<i>Coelastrum microporum</i>	X		
		<i>Scenedesmus</i>	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	X	X	
	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	X	X	X
		<i>Kirchneriella</i>	<i>Kirchneriella lunaris</i>	X	X	
		<i>Monoraphidium</i>	<i>Monoraphidium contortum</i>	X	X	
	Radiococcaceae	<i>Coenocloris</i>	<i>Coenocloris sp</i>			X
		<i>Eutetramorus</i>	<i>Eutetramorus fottii</i>			X
	Hydrodictyaceae	<i>Tetraedron</i>	<i>Tetraëdron triangulare</i>	X		

## Bacillariophyta



Bacillariophyceae

Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia sp.</i>	X	
			<i>Nitzschia closterium</i>		X
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	<i>Eunotia sp</i>	X	
Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i>	<i>Synedra ulna</i>		X
		<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria capuccinha</i>	X	
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	<i>Surirella sp</i>	X	
Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia sp.</i>		X
	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp.</i>	X	X
	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i>	<i>Stauroneis sp</i>		X

Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella striata</i>	X	X
--------------	------------------	-------------------	-------------------	---------------------------	---	---

Coccinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>	X	X	X
---------------------	----------------	-----------------	--------------------	------------------------------	---	---	---

Charophyta

Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i>	<i>Staurastrum leptocladum</i>			X
		Closteriaceae	<i>Closterium</i>	<i>Closterium lanceolatum</i>	X	X	
	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>	<i>Mougeotia sp.</i>	X	X	

Miozoa

Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium furcoides</i>	X	X
	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium sp.</i>	X	X

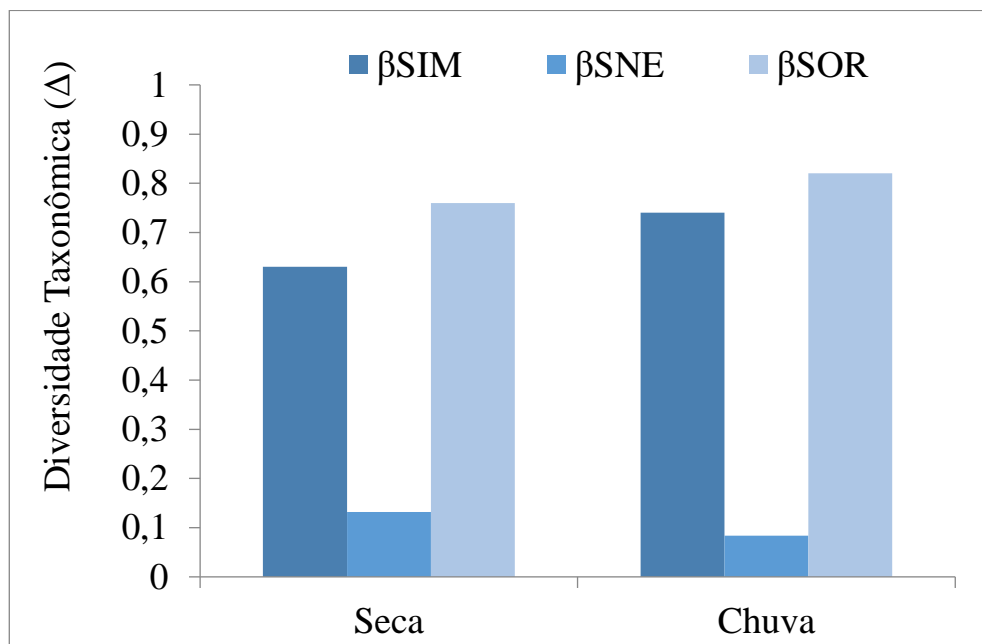


Euglenozoa

Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas</i>	<i>Trachelomonas volvocina</i>		X
			<i>Trachelomonas</i>	<i>Trachelomonas armata</i>	X	
		Phacaceae	<i>Lepocinclis</i>	<i>Lepocinclis acus</i>		X
			<i>Phacus</i>	<i>Phacus curvicauda</i>	X	-

---

A diversidade beta entre os reservatórios apresentou maiores valores durante o período de chuvas (Figura 4), sendo o aninhamento ( $\beta_{SIM}$ ) a variável que mais contribuiu para a variação das comunidades em detrimento ao turnover ( $\beta_{SNE}$ ). Restrições ambientais, como a variação do volume hídrico podem ser considerados importantes na estruturação da comunidade, definindo a distribuição dos organismos e moldando a diversidade biológica do local (BARBOSA *et al.*, 2012), conforme observado nos dados.



**Figura 4.** Variação na diversidade beta ( $\beta_{Sor}$ ) e suas variantes (turnover –  $\beta_{Sim}$ ; Aninhamento- $\beta_{SNE}$ ) nos reservatórios Coremas, Epitácio Pessoa e Acauã entre o período de fevereiro e julho de 2019.

O aninhamento é um dos fenômenos que podem gerar a diversidade beta (HARRISON *et al.*, 1992), e é definido como o grau de dissimilaridade existente (diferenças em termos de espécies presentes) entre as comunidades de dois sítios distintos (BASELGA, 2010). Muitas espécies podem coexistir em condições mais amenas de gradientes ambientais, porém apenas espécies resistentes são capazes de se manter sob condições mais extremas e restritivas (TOWNSEND *et al.*, 2003). Nossos resultados apontam que as diferenças geradas pelas mesorregiões geográficas permitem a constituição de um gradiente de espécies fitoplancônicas gerando uma perda não aleatória de espécies (BASELGA, 2010), o que caracteriza o aninhamento observado (WANG *et al.*, 2010).

O turnover, também foi importante na estruturação da diversidade beta entre os sistemas. De modo, as espécies divergem em suas necessidades e tolerâncias fisiológicas, de

modo que determinadas condições e gradientes podem caracterizar-se como extremos para algumas espécies, contudo, outras espécies podem tolerar essas mesmas condições, gerando assim a substituição das espécies (turnover) (BASELGA, 2010).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A diversidade taxonômica apresentou variação entre os sistemas e entre os períodos hidrológicos, o que denota a influência das características geoclimáticas e hidrológicas sobre a composição relação filogenética das espécies. As diferenças observadas foram corroboradas pelos padrões de distribuição das espécies, sendo o aninhamento a forma de substituição predominante. Novos estudos que considerem as características funcionais da comunidade fitoplanctônica podem ser muito benéficos para a compreensão da dinâmica destes organismos.

## **REFERÊNCIAS**

ACKERLY, D.D. 2003. Community assembly, niche conservatism and adaptive evolution in changing environments. *Int. J. Plant. Sci.* 164(3 Suppl.):S165-S184.

NEIL CAMPBELL, FRANCIS NEAT, FINLAY BURNS, AND PHIL KUNZLIK. 2011. Species richness, taxonomic diversity, and taxonomic distinctness of the deep-water demersal fish community on the Northeast Atlantic continental slope (ICES Subdivision VIa) *ICES J. Mar. Sci.* 68 (2): 365-376

BARBOSA JEL, MEDEIROS ESF, BRASIL J, CORDEIRO RS, CRISPIM MCB, SILVA GHG. 2012. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. *Acta Limnologica Brasiliensia* 24(1): 103-118.

BASELGA, A. 2010. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 134–143.

BASELGA, A. & ORME, C.D.L. 2012. Betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 808–812.

- BEAUDROT, L., REJMANEK, M. & MARSHALL, A.J. 2013. Dispersal modes affect tropical forest assembly across trophic levels. *Ecography*, 36, 984–993.
- BOND, W.J., SMYTHE, K.-A. & BALFOUR, D.A. 2001. Acacia species turnover in space and time in an African savanna. *Journal of Biogeography*, 28, 117–128.
- CARDOSO, P., RIGAL, F., CARVALHO, J.C., FORTELIUS, M., BORGES, P.A.V., PODANI, J. & SCHMERA, D. 2014. Partitioning taxon, phylogenetic and functional beta diversity into replacement and richness difference components. *Journal of Biogeography*, 41, 749–761.
- CIANCIARUSO, M. V., SILVA, I. A., & BATALHA, M. A. 2009. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. *Biota Neotropica*, 9(3), 93-103.
- CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *J. Appl. Ecol.* 35(4):523-531
- CONDIT, R., et al. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, 295: 666-669.
- GASTON, K. J. & BLACKBURN, T.M. 2000. *Pattern and process in macroecology*. Blackwell Science, Oxford.
- HARRISON, S.; S.J. ROSS & J.H. LAWTON. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology*, 61:151-158.
- KRAFT, N.J.B., COMITA, L.S., CHASE, J.M., SANDERS, N.J., SWENSON, N.G., CRIST, T.O., STEGEN, J.C., VELLEND, M., BOYLE, B., ANDERSON, M.J., CORNELL, H.V., DAVIES, K.F., FREESTONE, A.L., INOUE, B.D., HARRISON, S.P. & MYERS, J.A. 2011. Disentangling the drivers of beta diversity along latitudinal and elevational gradients. *Science*, 333, 1755–1758.
- LUND, J. W. G.; KIPLING, C.; LECREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 11: 143–170.
- MAGURRAN, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford.

MAGURRAN, A. E. & DORNELAS, M. 2010. Biological diversity in a changing world. *Philos. T. R. Soc. B.* 365, 3593–3597.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHINI, P.R., O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.M.H., WAGNER, H. 2013. Vegan: community ecology package version 2.0 – 10.

QIAN, H., RICKLEFS, R.E. & WHITE, P.S. 2005. Beta diversity of angiosperms in temperate floras of eastern Asia and eastern North America. *Ecology Letters*, 8, 15–22.

REYNOLDS, C. S., 2006. *Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge: 535.

RODRIGUES, L. C., N. R. SIMÕES, V. M. BOVO-SCOMPARIN, S. JATI, N. F. SANTANA, M. C. ROBERTO, S. TRAIN, 2015. Phytoplankton alpha diversity as an indicator of environmental changes in a neotropical floodplain. *Ecological Indicators* 48: 334-341.

ROSADO, B. H. P., A. T. T. DIAS, E. A. MATTOS, 2013. Going Back to Basics: Importance of Ecophysiology when Choosing Functional Traits for Studying Communities and Ecosystems. *Brazilian Journal of Nature Conservation* 11: 15-22

SÁNCHEZ-CARRILLO, S.; ALVAREZ-COBELAS, M. 2001. Nutrient dynamics and eutrophication patterns in a semiarid wetland: the effects of fluctuating hydrology. *Water Air Soil Pollution*, 131:97–118

TOWNSEND, C.R.; M. BEGON & J.L. HARPER. 2003. *Fundamentos em ecologia*. Artmed, Porto Alegre.

UHELINGER V, 1964. Étude statistique des methodes de dénombrement planctonique. *Archives of Science* 17(2): 121-223.

ULRICH, W., ALMEIDA-NETO, M. and GOTELLI, N.J. A consumer's guide to nestedness analysis. *Oikos*, 2009 118, 3–17. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.17053.x>

UTERMÖHL H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilung Internationalen Verein Limnologiae* 9: 1- 38.

VILLÉGER, S. , GRENOUILLET, G. and BROSSE, S. 2013. Decomposing functional  $\beta$ -diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 22: 671-681. doi:[10.1111/geb.12021](https://doi.org/10.1111/geb.12021)

VILLÉGER, S. , GRENOUILLET, G. and BROSSE, S. (2013), Decomposing functional  $\beta$ -diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 22: 671-681. doi:[10.1111/geb.12021](https://doi.org/10.1111/geb.12021)

WANG, Y.; Y. BAO; M. YU; G. XU & P. DING. 2010. Nestedness for different reasons: the distributions of birds, lizards and small mammals on islands of an inundated lake. *Diversity and Distributions*, 16:862-873.

WRIGHT, D., H; REEVES J, H. 1992. On the meaning and measurement of nestedness of species assemblages. *Oecologia* 92:416–428.

WHITTIER T. R. 2007. A structured approach for developing indices of biotic integrity: three examples from streams and rivers in the Western USA. *T Am Fish Soc* 136:718–735