

## COLAPSO HÍDRICO EM RESERVATÓRIOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA-PB

**Vanessa Virginia Barbosa**<sup>(1)</sup>

Doutoranda em Engenharia Ambiental- Universidade Estadual da Paraíba; e-mail: [vanessa\\_bio18@hotmail.com](mailto:vanessa_bio18@hotmail.com)

**Camila Ferreira Mendes**<sup>(2)</sup>

Doutoranda em Engenharia Ambiental- Universidade Estadual da Paraíba; e-mail: [camilafmendes@hotmail.com](mailto:camilafmendes@hotmail.com)

**Milena Nunes Dantas**<sup>(3)</sup>

Graduanda em Ciências Biológicas- Universidade Estadual da Paraíba; e-mail: [millenanunes2@gmail.com](mailto:millenanunes2@gmail.com)

**Janiele França Nery**<sup>(4)</sup>

Profª Doutora em Ecologia de Sistemas Aquáticos; Instituto Federal da Paraíba; e-mail: [janiele.biologa@gmail.com](mailto:janiele.biologa@gmail.com)

**José Etham de Lucena Barbosa**<sup>(5)</sup>

ProfªDoutor em Ecologia e Recursos Naturais-Universidade Estadual da Paraíba; e-mail: [ethambarbosa@hotmail.com](mailto:ethambarbosa@hotmail.com)

### RESUMO

A estiagem traz preocupações tanto qualitativamente quanto quantitativamente. Objetivou-se, neste trabalho, discorrer sobre a atual situação hídrica na Bacia do Rio Paraíba, bem como a qualidade da água. Foram realizadas amostragens em 2015 retirados da AESA e dados de campo para os resultados físico-químicos. Nutrientes dissolvidos foram analisados pelo método colorimétrico. Todos os resultados foram interpretados de acordo a Resolução CONAMA N° 357/2005. Foram analisados 36 açudes correspondentes as regiões do alto, médio, baixo e a sub-bacia Rio Taperóa. Dos açudes analisados, 22 encontravam-se em situação crítica (menor que 5% de seu volume total), 8 açudes em observação (menor que 20% de seu volume total) e apenas 4 acima de 20%. A sub-bacia Rio Taperóa foi a mais crítica, pois 91,66% de seus reservatórios estão abaixo de 5%. Houve o aumento dos nutrientes em Taperóa II (sub-bacia do Rio Taperóa), Cordeiro e Poções (Alto curso), valores fora do limite permitido pela resolução. A transparência apresentou-se baixa em Poções, Cordeiro e Taperóa, e com altos valores de condutividade elétrica. A concentração de clorofila foi alta no período estudado, segundo a resolução. A situação atual dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba mostrou-se com quantidade e qualidade comprometida, com indícios de eutrofização e elevada biomassa algal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estiagem, qualidade de água, Semiárido.

### INTRODUÇÃO

O Estado da Paraíba, assim como os demais estados que fazem parte do semiárido brasileiro, sofrem com a escassez de recursos hídricos, refletindo diretamente no processo de desenvolvimento local, principalmente no que se refere ao abastecimento humano. No semiárido nordestino, a precipitação pluvial é a única fonte de suprimento de água e ao escoar superficialmente é barrada em açudes, sendo usada para abastecimento público ou privada. No entanto, este elemento do clima é extremamente variável tanto em quantidade quanto em distribuição espacial e temporal em qualquer região e, em especial, nesta região (ALMEIDA; PEREIRA, 2007), fato cada vez mais acentuado devido às mudanças nas condições climáticas. Em 2013 foi publicado o Decreto nº 33.882 que mantém a situação de emergência em 170 cidades do estado da Paraíba. Segundo o decreto, a manutenção da situação de emergência é necessária porque a Paraíba vem passando pela maior seca dos últimos 80 anos, que tem provocado danos à subsistência e a saúde em diversos municípios. Ainda conforme o texto, a escassez pluviométrica tem gerado prejuízos principalmente na agricultura e na pecuária. Essas alterações climáticas de escassez de chuvas, ditas como extremos hidrológicos trazem outra preocupação, pois influenciam não só na quantidade mais também na qualidade da água. Entre as principais conseqüências do declínio pluviométrico, encontram-se mudanças nas concentrações de nutrientes, que podem trazer consigo problemas ambientais e de saúde, este ultimo pelo desenvolvimento de algas tóxicas (BARBOSA, et al 2012). Diante de um cenário de escassez hídrica, com baixos índices de pluviosidade, necessita-se, estudar a disponibilidade hídrica atual e a qualidade desta água disponível, de modo a possibilitar uma reflexão para políticas públicas que visem uma gestão mais equitativa deste recurso cada vez mais escasso.

## OBJETIVO

Objetivou-se, neste trabalho, discorrer sobre a atual situação hídrica na Bacia do Rio Paraíba, no estado da Paraíba, como forma de refletir sobre a necessidade de conhecimento dos recursos hídricos disponíveis bem como a qualidade desse recurso.

## METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba está localizada no estado da Paraíba. A bacia do rio Paraíba possui uma área total de 19456,73 km<sup>2</sup> e perímetro de 1077,98 km e possui 78 municípios com parte ou todo território inseridos na bacia. De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007) esta região apresenta a classificação climática de Koppen, o clima predominantemente do estado da Paraíba, região em análise, é do tipo semiárido quente (BSh), onde a temperatura média mensal do mês mais frio é superior a 18 °C, a estação chuvosa ocorre de fevereiro a abril, e a precipitação pluvial média anual é inferior a 600 mm, sendo os totais de chuva na curta estação chuvosa inferiores aos da evapotranspiração, que são, em média, 1.600 mm anuais. Foram realizadas amostragens trimensais no período de janeiro de 2015 a Março de 2016 retirados da AESA. Amostras de água para análise físico-química e de clorofila-a foram coletadas em Março, Julho, Outubro e Dezembro (2015). Para clorofila as amostras foram filtradas em filtros Whatman GF/C de 47mm de diâmetro, extraída em acetona 90%. Em campo foram determinadas as medidas de temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, (ambos com auxílio da sonda multiparamétrica HORIBA© U-50) e transparência da água (disco de Secchi). Fósforo total, fósforo reativo solúvel foram analisados pelo método *colorimétrico* e espectrométrico. Todos os resultados foram interpretados de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA N° 357/2005, para ambientes lânticos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 36 açudes correspondentes as regiões do alto, médio, baixo e a sub-bacia Rio Taperóia. Dos açudes analisados, 22 encontravam-se em situação crítica (menor que 5% de seu volume total), 8 açudes em observação (menor que 20% de seu volume total) e apenas 4 com sua capacidade de armazenamento acima de 20%. Dentre as regiões, a sub-bacia Rio Taperóia foi a mais crítica pois 91,66% de seus reservatórios estão abaixo de 5%, mais da metade secaram ao fim do ano de 2015. A região do baixo curso foi a que apresentava maiores condições hídricas, com apenas 1 açude (Chã dos Pereiras –Ingá) em observação dentre os 4 totais. As figuras 1,2,3 e 4 mostram a redução do volume hídrico em todos os açudes, com pouquíssimos açudes que elevaram seu volume hídrico em determinado mês devido às precipitações isoladas que foram insignificantes para acumular água. Pode-se observar na figura 1, a redução drástica do volume do açude Epitácio Pessoa, localizado na região do Alto Paraíba, segundo maior reservatório do estado, o qual abastece Campina Grande e outros 20 municípios vizinhos. Ao final do ano de 2015, o mesmo encontrava-se com 12,5% de sua capacidade total.

**Figura 1. Reservatórios da Região do Alto curso do Rio Paraíba. O açude Prata II, São José II, Bichinho, São Paulo e Serrote não constam, pois os mesmos apresentaram volume de 0% durante todo o período.**

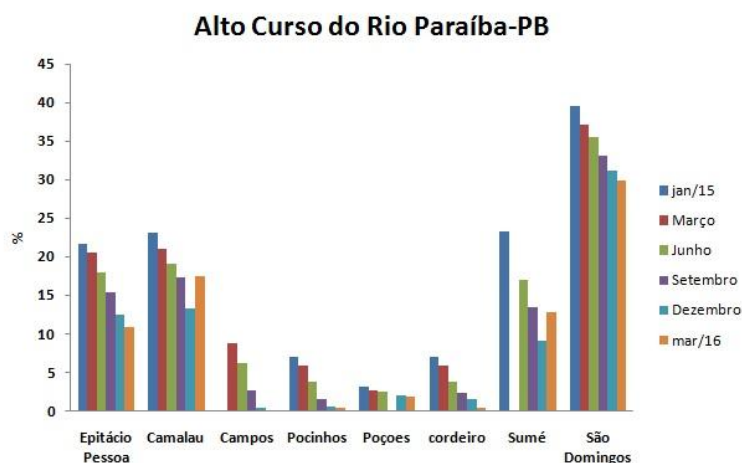


Figura 2. Reservatórios da Região do Alto curso do Rio Paraíba.

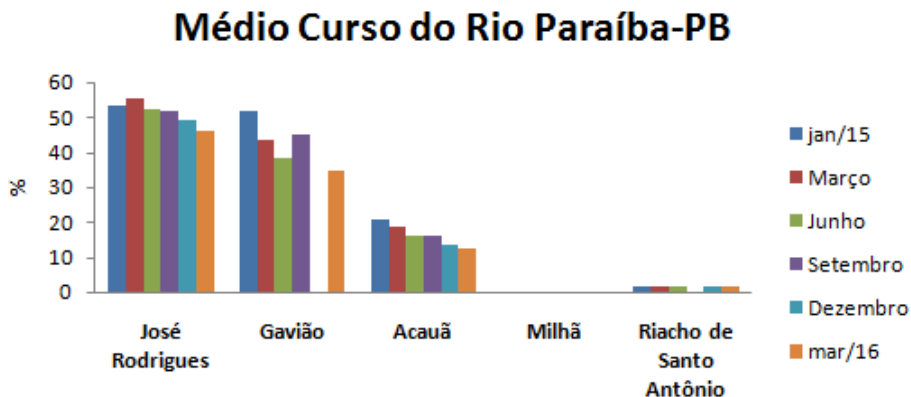
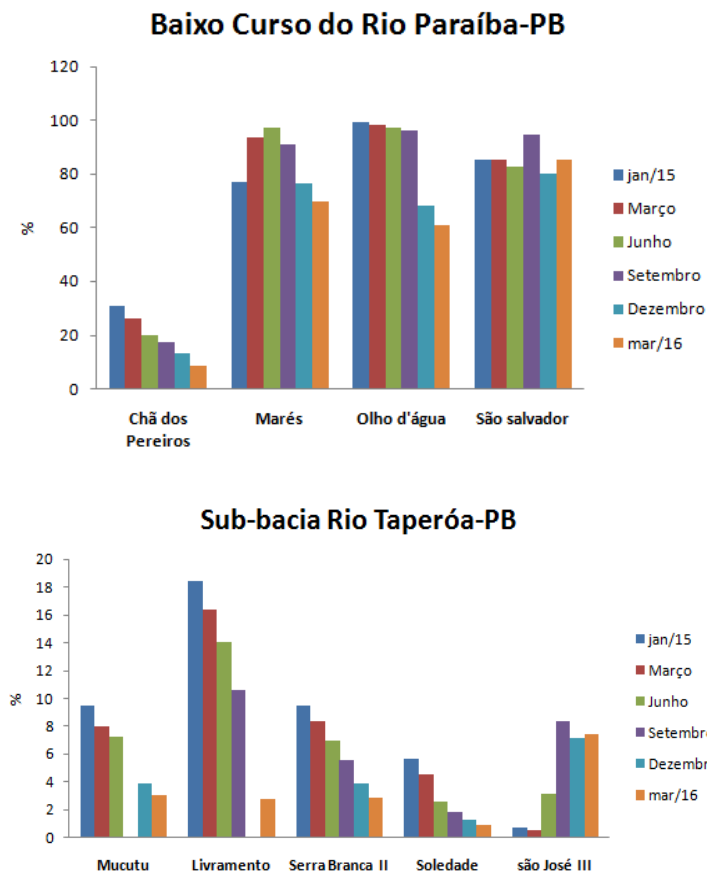


Figura 3. Acima )Reservatórios da Região do Baixo curso do Rio Paraíba.Abaixo)Açudes da Sub-bacia do Rio Taperóa. Açude Jeremias, Gurjão, Olivedos, Serra Branca I, e Lagoa do Meio não constam pois os mesmos apresentaram volume de 0% durante todo o período estudado.

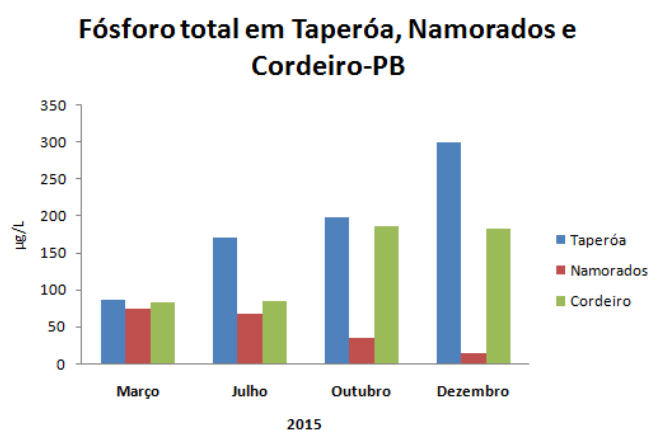


Alguns planos de ações foram criados no final de 2014, a exemplo do plano de contingência de água como forma de controlar a saída de água de reservatórios como Epitácio Pessoa que abastece milhares de pessoas. Posteriormente, em 2015 novo plano de contingência foi divulgado pela CAGEPA (Companhia Águas e de Esgotos da Paraíba) a fim de

intensificar o racionamento de água nessa região, além de conscientização da mídia para o problema. Mais além de ser um problema causado por falta de gestão adequada, esses problemas de estresse e escassez de água estão vinculados às mudanças globais com eventos hidrológicos extremos como a estiagem prolongada, aumentando a vulnerabilidade da população humana (ALMEIDA; PEREIRA, 2007). Além da pouca disponibilidade hídrica nos reservatórios, o volume restante pode ser de qualidade inferior, assim reservatórios em estado crítico de água (volume inferior a 5% do total) ou que estejam em observação (volume inferior a 20% do total) podem não possuir mais água apropriada para consumo humano.

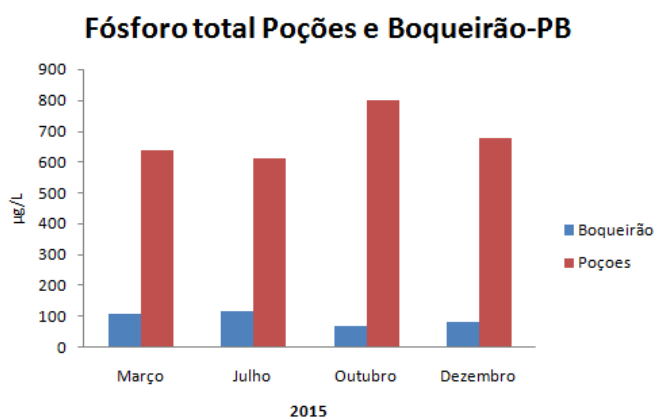
Os dados físico-químicos mostraram que reservatórios como Taperóia II (sub-bacia do Rio Taperóia), Cordeiro e Poções (Alto curso) apresentaram aumento de fósforo Total (364,5 ug/L; 184,5 ug/L; 674,5 ug/L respectivamente). Poções apresentou elevação de 635 µg para 674,5 µg de Março a Dezembro de 2015, todos os valores considerados fora do limite permitido pela resolução CONAMA N° 357/05 (FIGURA 5). O aumento dos nutrientes esteve relacionado com a diminuição dos volumes hídricos (Cordeiro  $r=0,95$ ; Poções  $r=0,70$  e Taperóia  $r=0,54$ ) O reservatório Namorados apresentou diminuição das concentrações de fósforo total, provavelmente em decorrência do esgotamento do volume hídrico (0,03% em Dezembro) e colapso da biomassa algal representado pela clorofila (0,06 µg).

**Figura 4. Representação das concentrações de Fósforo total nos reservatórios.**



Em Boqueirão, o fósforo também apresentou aumento do PT ao longo do período de baixo volume ( $r=0,61$ ), que foram acima dos valores máximos permitidos (VMP) pela legislação para a classe 2, que é de 0,03mg/L, variando de 0,107 mg/L, a 0,07 mg/L no mês de Dezembro. A clorofila manteve-se dentro dos valores permissíveis, variando de 17,37 µg/L a 19,64 µg/L. O nutriente Nitrogênio Total esteve alto em todos os reservatórios mostrando sinais, juntamente com o fósforo, de um estado eutrofizado dos mananciais (Poções  $r=0,98$ ; Boqueirão  $r=0,67$ ; Cordeiro  $r=0,91$ )

**Figura 5. Fósforo Total no Açude Poções e Boqueirão-PB**



Se comparado aos valores de PT dos outros reservatórios, o Açude Boqueirão apresentou valores menores, este fato pode estar relacionado a presença de bancos de macrófitas, uma vez que estes vegetais estocam grandes quantidades de fósforo através de suas folhas e raízes, por longos períodos (LEONI, et al, 2015). Porém esse efeito de estoque dos nutrientes podem ser revertidos com a senectude desses vegetais, pois futuramente esses nutrientes podem ser liberados de volta para a coluna d'água podendo promover um evento de enriquecimento da água e consequentemente desenvolvimento das florações de algas. Outros parâmetros analisados para Boqueirão e Poções constam na tabela 1 e Taperóia e Cordeiro na tabela 2.

**TABELA 1. Dados físico-químicos de Março a Dezembro de 2015.**

Cordeiro				Taperóia				
	Mar	Jul	Out	Dez	Mar	Jul	Out	Dez
Secchi (m)	0,33	0,35		0,21	0,21	0,19	0,17	
ph	9,01	9,79	10	9,95	8,34	9,46	9,84	9,64
CE (mS)	3,23	4,17	5,22	6,38	1,79	1,77	4,12	6,17
Turbidez (NTU)	25,2	79	222	189	743	769	621	640,26
OD mg/L	9,44	9,7	7,13	4,59	3,89	3,78	12,71	13,19
salinidade	0,17	0,22	0,28	0,35	0,03	0,09	0,22	0,33
NT ug/L	436,69	349,47	346	200,84	376	341,26	203,34	343,36
SRP ug/L	61,5	36,5	46,5	1,5	59	56,5	96,5	16,5
PT ug/L	82	84,5	184,5	32	85	169,5	527	364,5
Cloro-a ug/L	5,84	33,70	47,64	92,58	62	62,02	122,24	0,003

**Tabela 2. Dados físico-químicos de Boqueirão e Poções**

Boqueirão				Poções				
	Mar	Jul	Out	Dez	Mar	Jul	Outubro	Dez
Secchi (m)	0,17	4,6	5,2	4,7	0,30	0,31	0,27	0,21
ph	9,46	10,3	10,05	10,34	10,35	10,3	10,29	10,19
CE (MS)	1,43	1,71	2,03	2,18	4,76	1,71	7,57	7,04
Turbidez (NTU)	44,5	54,83	151,66	202	282,00	254,83	798,5	841,2
OD mg/L	6,31	8,35	5,59	7,08	3,89	8,35	5,98	6,67
salinidade	0,07	0,09	0,1	0,11	0,25	0,09	0,42	0,1
NT(ug/L)	339,25	285,71	154,65	219,60	369,96	285,71	320,36	119,76
SRP(ug/L)	44,83	44,83	33,17	24,83	84,83	44,83	199	26,5
PT (ug/L)	107	112	67	79,5	635,33	112	800,75	674,5
Cloro-a(ug/L)	17,37	16,92	20,67	19,62	269,06	16,92	537,52	432,9

Com relação à transparência da água, o Disco de secchi revelou baixos valores nos reservatórios Poções, Cordeiro e Taperóia, ou seja os reservatórios apresentaram-se turvos bem como nos mostra os valores de turbidez (TABELA 1). A elevada turbidez relaciona-se com a presença de detritos orgânicos como algas, bactérias, plâncton bem como a ação dos ventos no revolvimento do sedimento, uma vez que as águas estão rasas, causando a ressuspensão de componentes (BUZELLI, et al, 2013). Com a suspensão de componentes outrora sedimentados ou detritos disponíveis na coluna

d'água a condutividade elétrica mostrou-se alta. No reservatório de Poções como as águas estavam rasas houve um aumento da turbidez e consequentemente dos valores de condutividade elétrica.

Outra característica de corpos rasos é a alta concentração de oxigênio dissolvido, sendo que o valor mínimo necessário para enquadramento dos corpos hídricos de água doce nas Classes 1, 2, 3 e 4 são, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, 6 mg/L, 5 mg/L, 4 mg/L, e 2 mg/L, respectivamente. Dessa forma, a concentração de OD tanto em Boqueirão como nos outros reservatórios manteve-se dentro dos limites estabelecidos. A concentração de clorofila esteve alta no período estudado, indicando a presença de organismos fotossintetizantes e florações de cianobactérias, principalmente em Poções que a concentração apresentou 432,9 ug/L, valor alto segundo a resolução CONAMA 357/2005, bem como ocorreu em Cordeiros. A principal preocupação com relação ao aumento da ocorrência de florações de cianobactérias em mananciais de abastecimento de água é a capacidade de esses microorganismos produzirem e liberarem toxinas (cianotoxinas), as quais podem afetar a saúde humana, caso o tratamento da água não seja eficiente na remoção dessas toxinas. A situação atual dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba mostra-se delicada, pois além de seus recursos estarem se esgotando, a pouca água que resta mostra-se com indícios de eutrofização e elevada biomassa algal. Isso nos leva a pensar como causa dessa “crise” o despreparo dos governos estaduais para soluções de problemas de médio e longo prazo relativos à captação, armazenamento, tratamento e distribuição de água potável no Semiárido Brasileiro, pois as ações propostas são quase sempre em caráter de urgência, quando na verdade poderia ser em caráter de prevenção. Com as obras de transposição do rio São Francisco, pode-se esperar futuramente melhor disponibilidade hídrica para os diversos municípios que serão contemplados na Bacia, a exemplo de Monteiro que possui atualmente apenas 1 açude com água de seus 4 reservatórios totais.

### CONCLUSÃO

Os reservatórios das regiões Alto, médio e sub-bacia Rio Taperóá, encontram-se em colapso hídrico, tanto quantitativamente, como qualitativamente através do aumento das concentrações de nutrientes em decorrência da seca. Necessita-se de outros estudos para se averiguar parâmetros como coliformes totais e levantamento de cianobactérias nesses reservatórios que ainda estão em operação. Pois apesar de alguns deles receberem tratamento para distribuição, pessoas sem condições financeiras apropriadas podem utilizar essa água diretamente para consumo acarretando problemas de saúde.

### REFERÊNCIAS

- AESA, Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba. 2016. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 23 De Março de 2016.
- ALMEIDA, H. A. de; PEREIRA, F. C. (2007). Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água. In: *Anais... Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, 15, Aracaju, SE.
- BARBOSA, J. E. L., ANDRADE, R. A., LINS, R. P., DINIZ, C. R. Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Taperóá, Trópico semi-árido Brasileiro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, n. 1, p. 81-89. 2006.
- Buzelli, G. M ; Cunha-Santino, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 8, n.1, 2013.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União – Seção1, nº 53, 18 de março de 2005.
- LEONI, B; Marti, C. L.; Forasacco, E.; Mattavelli, M.; Soler, V.; Fumagalli, P.; Imberger, J.; Rezzonico, S.; Garibaldi, L. The contribution of *Potamogeton crispus* to the phosphorus budget of an urban shallow lake: Lake Monger, Western Australia. *Limnology*. DOI 10.1007/s10201-015-0465-4. 2015.