

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO: UM OLHAR SOBRE A LEGISLAÇÃO E AS CIANOBACTÉRIAS.

Camila Ferreira Mendes⁽¹⁾

Doutoranda em Engenharia Ambiental–Universidade Estadual da Paraíba. e-mail: camilafmendes@hotmail.com

Vanessa Virginia Barbosa⁽²⁾

Doutoranda em Engenharia Ambiental– Universidade Estadual da Paraíba. e-mail: vanessa_bio18@hotmail.com

Patrícia Silva Cruz⁽³⁾

Doutoranda em Engenharia Ambiental –Universidade Estadual da Paraíba. e-mail:

patriciacruz_biologia@hotmail.com

José Etham de Lucena Barbosa⁽⁴⁾

Prof. Dr^o em Ecologia e Recursos Naturais– Universidade Estadual da Paraíba. email: ethambarbosa@hotmail.com

Janiele França Nery⁽⁵⁾

Prof. Dr^a em Ciências Ambientais- Instituto Federal de Educação da Paraíba. email: janiele.biologa@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho propõe avaliar alguns parâmetros utilizados para a determinação da qualidade da água e a influência destes sobre o desenvolvimento das cianobactérias em sistemas de abastecimento do estado da Paraíba. A amostragem foi realizada em Janeiro de 2012 em cinco reservatórios do estado. Foram avaliados parâmetros físicos, químicos, algas e cianobactérias. A comunidade fitoplanctônica apresentou um total de 26 táxons, sendo o maior número e a maior densidade de Cianobactérias. Todos os reservatórios apresentam uma condição de classe 3 na Resolução CONAMA 357/2005, águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; a irrigação; a pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais. Os parâmetros físicos e químicos analisados nos cinco reservatórios estão dentro dos valores máximos permitidos pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, no entanto, entre eles não são cobrados as concentrações de nitrogênio e fósforo totais, que são fatores limitantes na proliferação de algas e cianobactérias. Faz-se pertinente a recomendação de uma reformulação e revisão dos parâmetros utilizados na classificação da qualidade da água, visto que os valores máximos permitidos das variáveis contempladas não são favoráveis ao correto monitoramento das florações de cianobactérias.

PALAVRAS-CHAVE: Eutrofização, Cianobactérias, Portaria 2914/2011.

INTRODUÇÃO

Algumas regiões do mundo são marcadas pela pouca chuva e conseqüentes limitações do recurso água. No Brasil, a região Nordeste, está incluída entre essas áreas que possuem um baixo índice pluviométrico. Mesmo sendo tão importante, a qualidade da água dos sistemas aquáticos está sendo cada vez mais diminuída, principalmente devido a atividades antrópicas, como descarga de esgotos domésticos e industriais, os fertilizantes carreados de áreas de cultivo próximas aos reservatórios, a criação de peixes em tanques-redes sem o correto manejo, entre outros, acarretando ou acelerando o processo de eutrofização (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2001).

O termo qualidade de água refere-se especialmente para as condições da água utilizada para o abastecimento público (MORETTO et al., 2012) e para que este recurso possa ser usado sem causar danos à saúde da população existem órgãos públicos nacionais responsáveis pela fiscalização, elaboração de leis e portarias que exprimem as exigências ou mesmo classificam os sistemas como próprios ou não para seus usos múltiplos. Entre eles estão: CONAMA – Comissão Nacional do Meio Ambiente que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes; e Ministério da Saúde que através da Portaria 2.914/2011 dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Estes órgãos utilizam como requisitos de avaliação alguns parâmetros físicos e químicos específicos, e dentre os biológicos estão as cianobactérias que devido ao processo acelerado de eutrofização são um problema cada vez mais comum nos reservatórios. Estes organismos foram inseridos nas legislações vigentes rigorosamente após o acidente ocorrido em uma clínica em Caruaru, Pernambuco no ano 1996, onde 52 pacientes vieram a óbito após a contaminação da água utilizada para a hemodiálise com a toxina produzida pelas cianobactérias (AZEVEDO et al., 2002). Desse modo, torna-se essencial o monitoramento desses organismos nas águas utilizadas para abastecimento para que se

assegure o uso da água de boa qualidade para os usuários, uma vez que os sistemas de tratamento não são totalmente eficientes à remoção das cianobactérias e das toxinas que as mesmas produzem.

OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho propõe avaliar alguns parâmetros utilizados para a determinação da qualidade da água e a influência destes sobre o desenvolvimento das cianobactérias em sistemas de abastecimento do estado da Paraíba.

METODOLOGIA

A amostragem foi realizada em cinco reservatórios distribuídos em três bacias hidrográficas no estado da Paraíba, nos quais desenvolve-se atividade de piscicultura intensiva em tanques rede. (Figura 1). Além de serem utilizados para esta prática, estes reservatórios também são usados para outras finalidades como o abastecimento público, agricultura, sedentação de animais, e recreação.

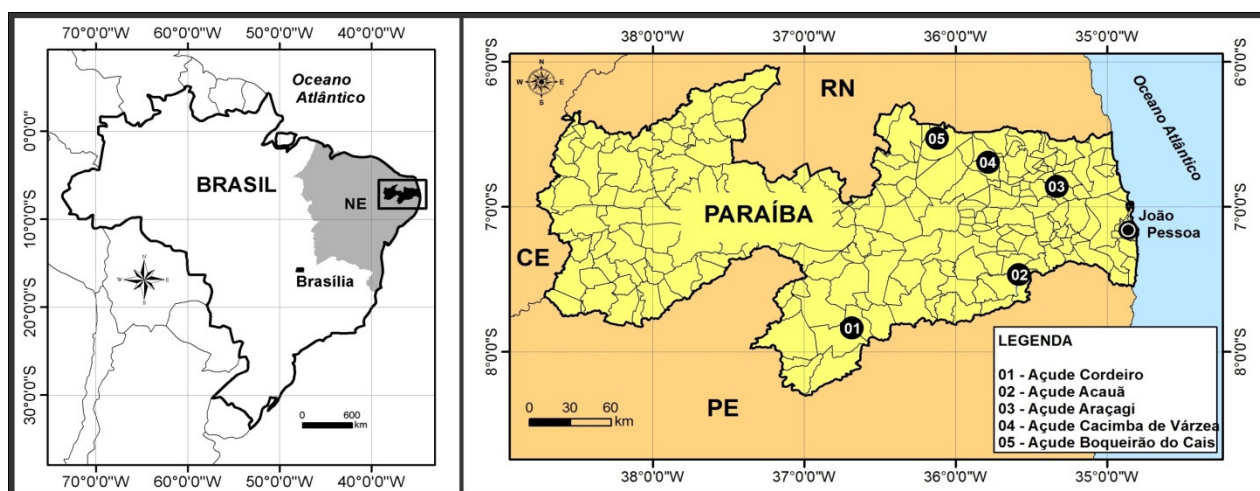


Figura 1: Localização geográfica dos cinco reservatórios de abastecimento público do estado da Paraíba.

A amostragem foi realizada em Janeiro de 2012 nos cinco reservatórios. Foram escolhidos três pontos em cada reservatório, um próximo a barragem (ponto 1), outro próximo aos tanques-redes (ponto 2) e o terceiro (ponto 3) a montante dos tanques. As amostras foram coletadas com garrafa do tipo Van Dorn a cada três metros de profundidade, e integradas em uma única amostra representativa, de onde foram retiradas sub-amostras para as análises químicas e biológicas.

Para as análises de nutrientes dissolvidos, as amostras foram filtradas com filtro de fibra de vidro Whatman GF/C de 47 mm de diâmetro, acondicionadas em frascos de polietileno e congeladas para posterior análise. As amostras não filtradas foram utilizadas para determinar as concentrações de fósforo e nitrogênio totais (APHA, 1995). Para determinação da concentração de clorofila *a* foi utilizada acetona 90% como solvente e a fórmula proposta por Wetzel & Likens (1991). Para estudo qualitativo do fitoplâncton, as amostras foram coletadas com rede de plâncton com abertura de malha de 20µm, através de arrasto horizontal na superfície da água. Depois de coletadas foram acondicionadas em frascos de plástico e fixadas com formol 4%. A análise do material biológico foi realizada no laboratório de Ecologia Aquática do Campus I da UEPB, a partir da confecção de lâminas semi-permanentes e posteriores observações em microscópio óptico da marca Olympus, modelo CX31. Foram analisados em cada amostra, características morfológicas dos organismos, as quais foram utilizadas para o enquadramento taxonômico dos mesmos em chaves de identificação disponíveis em artigos e livros especializados para cada grupo algal. Os táxons foram identificados a partir de amostras populacionais, sempre que possível a níveis específicos e intraespecíficos. Gêneros e espécies de cianobactérias foram identificados por observação em microscópio por distinção das características morfológicas citadas na literatura (KOMAREK & AGNOSTIDIS, 1986; BAKER, 1991, 1992).

O teste ANOVA foi empregado para verificar diferenças nos valores das variáveis ambientais entre os reservatórios, o programa estatístico adotado foi o Statistica 7, da Statsoft Inc.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização limnológica dos ambientes aquáticos pode responder a questões a cerca da qualidade da água, como também sobre o estado biológico do sistema, os dados podem ser vistos na tabela 1. No nosso estudo, a temperatura da

água apresentou uma amplitude de variação entre os reservatórios de 2,6°C com a mínima de 26,1°C no reservatório Cordeiro e máxima de 28,7°C no reservatório Araçagi, o pH da água foi alcalino em todos os reservatórios, a maior transparência da água foi verificada em Cordeiro e as menores em Acauã, tais parâmetros apresentaram diferença significativa entre os sistemas ($p < 0,05$). As concentrações de oxigênio dissolvido indicam a existência de colunas de água bem oxigenadas, porém não se verificou diferença significativa entre os sistemas. O nitrogênio é um elemento indispensável aos organismos pois faz parte da constituição celular dos mesmos, sendo então um fator limitante à produção primária e ao crescimento de algas (JAMES et al., 2011). Entre os reservatórios, o nitrogênio total apresentou maior concentração no reservatório de Boqueirão do Cais com média de 1,22 mg/L e menor em Cordeiro, média de 0,77 mg/L.

As concentrações de amônia foram elevadas em Araçagi (0,72mg/L) e menores em Cordeiro (0,078mg/L), não havendo diferença significativa entre os sistemas. Em todos os reservatórios o pH foi básico, favorecendo a existência da amônia na água, além disso, os ambientes são utilizados para a prática da piscicultura o que também favorece a produção de nutriente (ATTAYDE et al., 2011). Concentrações de nitrito e nitrato foram maiores em Cordeiro 0,02 mg/L e 0,08 mg/L, e menores em Acauã (0,01mg/L NO_2) e Cacimba de Várzea (0,05 mg/L NO_3), apresentando diferença significativa entre os reservatórios. Em termos energéticos, estas duas formas de nitrogênio são importantes pois são facilmente assimiláveis pelos produtores primários (PARPAROV & GAL 2012).

O fósforo total não apresentou diferença significativa entre os reservatórios, porém as concentrações foram mais elevadas em Cacimba de Várzea (média de 0,43 mg/L) e menor em Boqueirão do Cais (média de 0,42 mg/L). Juntamente com o nitrogênio, o fósforo pode regular a produtividade primária em ecossistemas aquáticos. O reservatório de Acauã apresentou os maiores valores de clorofila com média de 31,3 μgL^{-1} , seguido por Boqueirão do Cais, 17,2 μgL^{-1} , Araçagi, 5,8 μgL^{-1} , Cacimba de Várzea 4,9 μgL^{-1} , e Cordeiro com 1,2 μgL^{-1} , no entanto, a clorofila a apresentou variação significativa.

Tabela 1: Parâmetros físicos e químicos analisados nos reservatórios de Acauã, Araçagi, Boqueirão do Cais, Cacimba de Várzea e Cordeiro, Paraíba. T (°C) – temperatura, Trans – transparência, NH_3 – amônia, NO_2 – nitrito, NO_3 – nitrato, P-total – fósforo total, Cloa – clorofila a, AC – Acauã, AR – Araçagi, BC – Boqueirão do Cais, CV – Cacimba de Várzea, CO – Cordeiro.

Ambientes	Parâmetros									
	T (°C)	pH	Trans (m)	OD (mg/L)	N-NH ₃	N-NO ₂	N-NO ₃	N-total	P-total	Clo a
AC	28,2±0,1	9,1±0,2	0,8±0,0	6,4±0,1	0,261±176,2	0,016±1,0	0,063±1,6	0,925±26,8	0,433±5,4	31,3±1,1
AR	28,7±0,1	8,7±0,1	1,4±0,1	5,6±0,5	0,721±110,9	0,018±0,4	0,067±5,3	0,836±80,8	0,429±1,0	5,8±0,0
BC	27,0±0,3	8,9±0,1	1,1±0,0	5,7±1,3	0,444±340,4	0,017±1,1	0,063±2,9	1,22±344,9	0,427±9,8	17,2±3,5
CV	27,5±0,1	8,9±0,1	1,1±0,0	5,1±1,0	0,087±2,4	0,018±0,8	0,057±5,8	1,13±34,6	0,437±6,7	5,7±2,6
CO	26,1±0,0	8,5±0,3	2,4±0,0	6,8±0,5	0,078±10,8	0,028±1,1	0,081±5,3	0,77±181,0	0,429±12,5	1,2±1,4

A composição das algas planctônicas nos cinco reservatórios apresentou um total de 26 táxons, divididos em 4 divisões: Cianobactérias, Chlorophyta, Euglenophyta, e Bacillariophyta. A maior riqueza foi verificada no reservatório de Cordeiro (16 táxons), e a menor em Cacimba de Várzea (10 táxons). O reservatório Cordeiro apresentou o maior número de táxons de Cianobactérias (9 táxons), seguido por Acauã e Boqueirão do Cais que apresentaram 8 táxons cada, Cacimba de Várzea (7 táxons) e Araçagi (6 táxons). Chlorophyta foi a segunda divisão de maior riqueza com 5 táxons em Acauã e Araçagi.

A maior contribuição de densidade entre as divisões fitoplanctônicas foi das Cianobactérias em todos os reservatórios, seguido pela divisão Chlorophyta, com exceção do reservatório Cordeiro que apresentou como segunda maior contribuinte para densidade a divisão Bacillariophyta (Figura 4). Com relação a densidade de cianobactérias em número de células, a maior foi verificada em Boqueirão do Cais ($627,35 \times 10^3$ cel/mL) e a menor em Araçagi ($201,70 \times 10^3$ cel/mL). Entre as espécies, a maior contribuição foi de *Cylindrospermopsis raciborskii*, especialmente nos reservatórios Araçagi, Boqueirão do Cais e Cacimba de Várzea. No reservatório Acauã a espécie *Planktothrix agardhii* foi a principal contribuinte, enquanto em Cordeiro, foi verificada principalmente *Sphaerocavum brasiliensis* (Figura 5). Das espécies citadas, a primeira e a segunda são potencialmente produtoras de toxinas.

Para Chellappa et al. (2008), os efeitos do impacto ambiental da eutrofização cultural, ocorridas nos reservatórios do semiárido favorecem o aumento drástico das populações de cianobactérias e este fenômeno está sendo frequente nos reservatórios paraibanos. As florações de cianobactérias são resultado da interação de fatores físicos, químicos e biológicos e segundo Kosten et. al., (2009), cianobactérias fixadoras de nitrogênio ocorrem com mais frequência em ambientes enriquecidos por fósforo (TP > 200 $\mu\text{g/L}$) e nitrogênio (NID > 100 $\mu\text{g/L}$), sendo este o caso dos nossos sistemas que apresentaram concentrações de fósforo e nitrogênio totais de > 400 $\mu\text{g/L}$ e ≥ 100 $\mu\text{g/L}$ respectivamente.

Possivelmente em consequência das concentrações registradas, foram verificadas altas densidades desses organismos em todos os reservatórios, bem acima dos limites permitidos ou alertados pelas legislações vigentes.

Além disso, a presença de cianobactérias com potencial para produzir toxinas nos reservatórios, trazem mais um problema, que é a possibilidade de contaminação da população pelas cianotoxinas, tanto pela ingestão ou contato com a água, como através da transferência pela cadeia trófica, já que os peixes utilizam as cianobactérias em sua dieta, podendo haver bioacumulação de cianotoxinas nos músculos e demais órgãos dos peixes. Ocorrendo o consumo e acumulação das toxinas no organismo humano, uma diversidade de graves problemas neurológicos, hepatológicos, ou até mesmo a morte podem ser gerados.

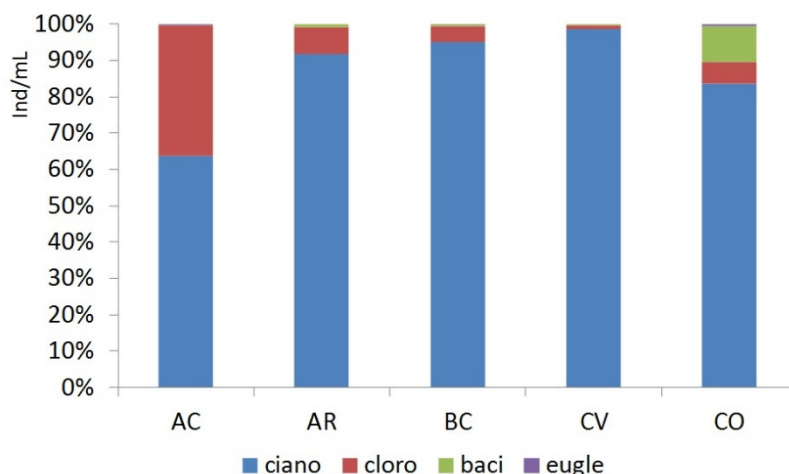


Figura 4: Contribuição das densidades das classes fitoplanctônicas observadas nos Reservatórios de AC – Acauã; AR – Araçagi; BC – Boqueirão do Cais; CV – Cacimba de Várzea e CO – Cordeiro localizados no estado da Paraíba.

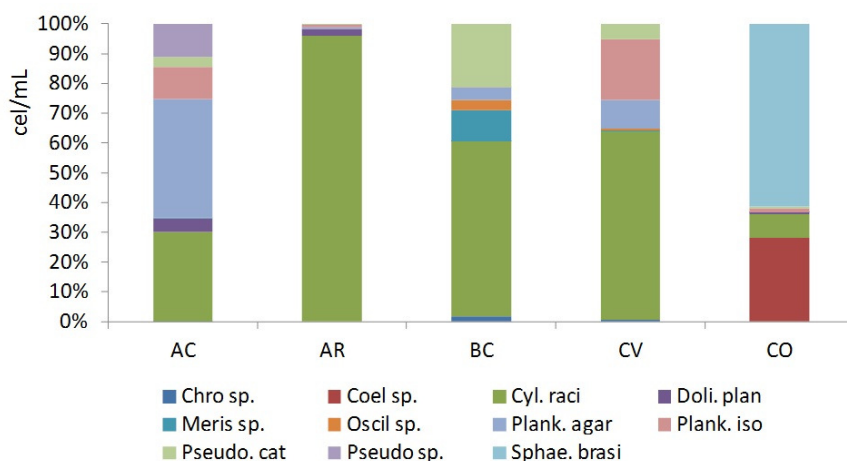


Figura 5: Contribuição das espécies de cianobactérias em número de cel/mL observadas nos Reservatórios de AC – Acauã; AR – Araçagi; BC – Boqueirão do Cais; CV – Cacimba de Várzea e CO – Cordeiro localizados no estado da Paraíba.

A resolução CONAMA 357/2005 apresenta cinco classes para a classificação da qualidade das águas doces: especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Relacionando os valores das concentrações apresentadas nos reservatórios com o CONAMA 357/2005, todos apresentam uma condição de classe 3, águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; a irrigação; a pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais. Os sistemas foram inseridos nesta classe especialmente devido a elevada densidade de cianobactérias em nº cel/mL que apresentaram valores três vezes maiores do que o exigido pela resolução para águas da classe 3. Levando-se em consideração que o tratamento da água para abastecimento é realizado.

Em todos os reservatórios são desenvolvidas atividades de piscicultura intensiva, e a criação de peixes em tanques-redes pode acarretar o aumento de matéria orgânica nos reservatórios, advindo da ração que é utilizada para alimentação dos peixes e não é consumida, como também produtos do metabolismo desses organismos, contribuindo assim com alterações das características tanto físicas como químicas na água, acelerando o processo de eutrofização e degradação da qualidade da água para seus usos múltiplos.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Os parâmetros físicos e químicos analisados nos cinco reservatórios estão dentro dos valores máximos permitidos, no entanto, entre eles não são cobrados as concentrações de nitrogênio e fósforo totais, que são elementos de extrema relevância nos ecossistemas aquáticos, especialmente por serem fatores limitantes na proliferação de algas e cianobactérias. Inclusive, as densidades desses organismos nos sistemas estão bem acima do nível de alerta previsto pela portaria que é de > 10.000 cel/mL para que haja um monitoramento semanal.

CONCLUSÃO

Muitos são os casos reportados no mundo de problemas de saúde em populações humanas após o contato com águas com cianobactérias em floração, em atividades recreacionais ou pelo consumo de águas de reservatórios contaminados. A intensa necessidade de utilização da água em diversas finalidades, e em especial para o abastecimento público, remete a uma vigilância mais estreita em muitos lugares, a fim de que se possa garantir a disponibilidade de água de boa qualidade.

Reservatórios que são usados para abastecimento precisam ser monitorados corretamente, visando justamente o acompanhamento de suas características físicas, químicas e biológicas para que seja prevenida a ocorrência de fenômenos como as florações de cianobactérias. Caso ocorra nos sistemas este acontecimento, além do comprometimento da qualidade da água, com a perda dos aspectos agradáveis aos consumidores, como cor, odor e gosto da água, existe a dificuldade da remoção dos organismos que se proliferaram e encarecimento no processo de tratamento.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, S.M.F.O.; CARMICHAEL, W. W.; JOCHIMSEN, E. M.; RINEHART, K. L.; LAU, S.; SHAW, G. R.; EAGLESHAM, G. K. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru-Brazil. *Toxicology*, v. 182, p.441-446. 2002.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, M. C.; YUNES, J. S. Cianobactérias tóxicas: o uso de marcadores moleculares para avaliar a diversidade genética. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, n. 23, p.44-47. 2001.
- CHELLAPPA, N.T.; BORBA, J.M.; ROCHA, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. *Brazilian Journal Of Biology*, São Carlos, v. 68, n. 3, p.477-494, 31 ago. 2008.
- KOSTEN, S. HUZSAR, V. L. M; MAZZEO, N; SCHEFFER, M. JEPPESEN. 2009. E. Lake and watershed characteristics rather than climate influence nutrients limitation in shallow lakes. *Ecological applications*, v.19,p 1791-1804. 2009.
- MORETTO, D. L.; PANTA, R. E.; COSTA, A. B.; LOBO, E. A.. Calibration of water quality index (WQI) based on Resolution nº 357/2005 of the Environment National Council (CONAMA). *Acta Limnologica Brasiliensia*, Brasil, v. 24, n. 1, p.29-42. 2012.
- PARPAROV, A.; GAL, G. Assessment and implementation of a methodological framework for sustainable management: Lake Kinneret as a case study. *Journal Of Environmental Management*, v. 101, p.111-117. 2012.